

# Bestrijding aardbeimijt in plantmateriaal

Eindrapport onderzoekfase III & IV

Gijs van Kruistum, Marian Vlaswinkel & Piet Spoorenberg, PPO-AGV Lelystad

Charles Buddendorf & Alex van Schaik, Agrotechnology & Food Sciences Group  
Wageningen UR

Floris van der Zouwen, Ruvoma BV te Montfoort

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

*Het onderzoek is mede gefinancierd door:*

**Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit**

**Naktuinbouw**

**Plantum NL**

**Productschap**  **Tuinbouw**

**SenterNovem**

**Stichting Proef & Selectie**

Projectnummer: 32500704

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

BU-Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 - 29 11 11  
Fax : 0320 - 23 04 79  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING, PROBLEEMSTELLING EN DOEL .....	7
2 MATERIAAL EN METHODEN .....	9
2.1 Opkweek besmet plantmateriaal .....	9
2.2 CA-behandeling.....	9
2.3 Beoordeling afdoding mijten .....	10
2.4 Beoordeling gewasschade.....	10
3 PLANTBEHANDELING ONDER HOGE DRUK EN DRUKWISSELINGEN VOLGENS MSDD .....	11
3.1 Achtergrond .....	11
3.2 Opzet en uitvoering experimenten .....	11
3.3 Resultaten.....	12
3.4 Discussie en conclusies .....	14
4 FINETUNING CA-BEHANDELING.....	15
4.1 Maximale potentie van hoge temperatuur en CA-condities .....	15
4.2 Optimalisatie afdoding en beperking plantschade met CA.....	17
4.3 Mogelijke praktijktoepassingen CA .....	18
4.4 Enkele conclusies verfijning CA-behandelingen .....	19
4.5 Opschaling CA-behandeling: technische mogelijkheden .....	20
5 TOEPASSING VAN GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN .....	25
5.1 Combinatie middel B met vacuümbehandeling .....	25
5.2 Screening van gewasbeschermingsmiddelen .....	26
5.3 Wijze van toediening gewasbeschermingsmiddel B .....	27
6 TOETSING BEHANDELINGEN ONDER VELDOMSTANDIGHEDEN .....	31
6.1 Opzet veldproef.....	31
6.2 Resultaten veldproef .....	31
7 FASE IV: PRAKTIJKTOEPASSING CA-WARMTEBEHANDELING .....	33
7.1 Experiment 1: Voorbehandeling plantmateriaal .....	33
7.2 Experiment 2: CA-warmtebehandeling in vergelijking met MeBr.....	36
7.3 Experiment 3: Terugkoelstrategie na CA-warmtebehandeling .....	39
7.4 Opwarming en afkoeling plantmateriaal.....	43
7.5 Oriënterend onderzoek.....	46
7.6 Resultaten veldproeven .....	47
7.7 Conclusies en aanbevelingen fase IV .....	48
8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....	49
8.1 Toepassing van verhoogde druk en drukwisselingen.....	49
8.2 CA - behandeling.....	49
8.3 Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen .....	49
8.4 Opschaling CA-behandeling naar een praktijktoepassing.....	50
9 REFERENTIES.....	51
BIJLAGE 1 .....	53



# Samenvatting

Op basis van een jaarlijkse ontheffing werd in Nederland voor de ontsmetting van aardbeiplanten voor vermeerdering tot in het jaar 2007 methylbromide toegepast. Door het gecontroleerd begassen van het basisplantgoed (moederplanten) met methylbromide werd o.a. de gevreesde aardbeimijt zeer effectief bestreden, tot minimaal 99,8%. Hiervoor werd in Nederland jaarlijks 120 kg actieve stof methylbromide ingezet. Vanwege de ongunstige neveneffecten van methylbromide, o.a. op aantasting van de ozonlaag, is internationaal afgesproken om het gebruik van deze stof te beëindigen. Wereldwijd wordt gezocht naar alternatieven voor de toepassing van methylbromide. Dit afsluitende projectrapport gaat in op het onderzoek naar enkele mogelijke alternatieven voor methylbromide en de precieze afstelling en opschaling naar praktijkniveau van de meest perspectiefvolle methode, de CA-warmtebehandeling.

In het onderzoek in fase I & II (PPO projecteind rapport nr. 3252031201, februari 2007) is de nadruk gelegd op verschillende vormen van ozon toepassing, warmwater of stoom en CA-condities. In fase III is naar verfijning van de juiste CA-condities gezocht en zijn stappen gezet voor de opschaling naar praktijkniveau. Tevens is onderzoek naar de behandeling van plantmateriaal onder verhoogde druk en vacuümbehandelingen uitgevoerd. Als derde spoor zijn in fase III de perspectieven voor toepassing van een acaricide nagegaan. In fase IV is het onderzoek naar opschaling van de CA-warmtebehandeling voortgezet en succesvol afgesloten met het behandelen van een groot aantal partijen plantmateriaal afkomstig van diverse vermeerderders. Financiering van het onderzoek is in fase III & IV verzorgd door het Ministerie van LNV, Naktuinbouw, Plantum NL, Productschap Tuinbouw, SenterNovem en Stichting Proef & Selectie. Het onderzoek is in nauw overleg met de ingestelde projectgroep 'Aardbeimijt' uitgevoerd. De opzet van de CA-experimenten en behandeling van het plantmateriaal zijn in samenwerking met Agrotechnology & Food Sciences Group van Wageningen UR, uitgevoerd. De opschalingsproeven zijn in de CA-cel van Ruvoma BV te Montfoort uitgevoerd.

In de eerste proef met verhoogde druk in januari 2007 leidde een druk van 10 bar gedurende 2 uur en 12 bar gedurende 1 uur tot afsterving van de planten. Een lagere druk van 8 bar vertraagde de hergroei van het plantmateriaal en gaf onvoldoende effect op de afdoding van de mijt. Cyclische behandelingen van afwisselend lage en hogere druk leidden niet tot het gewenste resultaat. In een 2<sup>e</sup> experiment zijn enkele objecten herhaald en is ook gekeken naar de combinatie van druk en 100% N<sub>2</sub> (scheiden van druk en CO<sub>2</sub> effecten) en een lagere concentratie van CO<sub>2</sub>. Het toepassen van drukwisselingen is herhaald waarbij de behandeltijd bij lage druk is verlengd tot 25 minuten. Al deze behandelingen leidden echter niet tot nieuwe inzichten. Verder onderzoek naar het toepassen van druk en cycli van vacuüm behandelingen ter bestrijding van aardbeimijt is niet zinvol.

Uit het onderzoek naar verfijning van CA-condities gericht op een praktijktoepassing kwam een behandeltemperatuur van 35°C gedurende maximaal 48 uur bij 16% O<sub>2</sub> en 50% CO<sub>2</sub> als beste naar voren met ruim 99% afdoding van de aardbeimijt. De plantkwaliteit wordt bij deze behandeling nauwelijks nadelig beïnvloed. Een behandeling met voldoende zuurstofvoorziening is noodzakelijk om plantschade te beperken. De hoge ademhalingsactiviteit van het plantmateriaal bij 35°C verbruikt bij een te laag ingestelde zuurstofconcentratie alle zuurstof waardoor fermentatie (anaerobe ademhaling) kan optreden. De vitaliteit van het plantmateriaal wordt dan snel nadelig beïnvloed. Bij suboptimale CA-condities kunnen verschillende herkomsten plantmateriaal een zeer verschillende plantreactie geven. Ook de bloei wordt dan beïnvloed. Met een voldoende hoge zuurstofconcentratie wordt achteruitgang van plantkwaliteit na behandeling voorkomen. In een veldproef kwam naar voren dat de beste CA-behandeling voor wat betreft weggroei van de planten en beworteling even goed tot betrouwbaar beter is dan met MeBr ontsmette planten. De effectiviteit van afdoding van aardbeimijt was even hoog als bij MeBr behandeling en populatie opbouw deed zich niet voor.

Na screening van een achttal mogelijke inzetbare gewasbeschermingsmiddelen tegen aardbeimijt is gekozen voor de verdere ontwikkeling van de effectiviteit van toepassing van middel B. Duidelijk is dat het middel met enige kracht in het plantmateriaal moet worden gespoten in voldoende spuitvloeistof. De indringing van het middel moet zo optimaal mogelijk zijn, omdat de mijten diep verscholen zitten in het hart van de planten. De planten dienen voor de behandeling ook rechtop te worden geplaatst. Voor behandeling is het gewenst dat het plantmateriaal wordt geconditioneerd bij circa 18°C of zelfs hoger om enige uitloop van de hartblaadjes te bewerkstelligen. De techniek van de toepassing, spuitdruk en type spuitdop verdient nadere aandacht. Voor een toepassing onder praktijkomstandigheden is de ontwikkeling van een spuitcabine gewenst. Toepassing van dit middel biedt eveneens perspectief voor de behandeling van uitgangsmateriaal voor productie, waaronder wachtbedplanten.

Uit een eerste praktijktest in augustus 2007 in de CA-cel van Ruvoma BV te Montfoort met overgebleven plantmateriaal, werd bevestigd dat zowel de juiste temperatuur als CA-condities ook in grotere partijen plantmateriaal, snel kunnen worden gerealiseerd. Met enkele kleine technische aanpassingen zijn in het vervolgonderzoek in fase IV, vanaf januari 2008 de laatste drie experimenten op semi-praktijkschaal uitgevoerd. Bij de opschaling naar praktijkniveau staat voorop dat alle herkomsten plantmateriaal zonder verlies aan vitaliteit op een veilige manier kunnen worden behandeld. Na een eerste proef in januari 2008 met een beperkt aantal herkomsten zijn vervolgens alle plantenkwekers uitgenodigd om plantmateriaal aan te leveren voor een tweede en derde opschalingsproef. Uit alle waarnemingen en beoordelingen blijkt dat de ontwikkelde alternatieve behandelingsmethode voor methylbromide een evengoed resultaat geeft voor wat betreft afdoding van de aardbeimijt. Ten aanzien van de vitaliteit van het plantmateriaal na CA-behandeling geeft deze nieuwe behandelingsmethode voor het overgrote deel van de plantherkomsten een evengoed resultaat. Bij een enkele partij, vaak fijnere planten uit de kas kan soms wat meer uitval optreden, echter in alle gevallen bleek dit zeker aanvaardbaar. Verdere optimalisering van de CA-warmtebehandeling, o.a. door een goede bevochtiging van het plantmateriaal voor aanvang van de behandeling zal het resultaat nog kunnen verbeteren.

# 1 Inleiding, probleemstelling en doel

Aardbeimijt kan in de productieteel van aardbei tot enorme opbrengstdervingen leiden. Geschikte bestrijdingsmogelijkheden in het productieveld zijn er niet. De aanwezigheid van aardbeimijt in het plantmateriaal is mede daarom hoogst ongewenst en besmet materiaal is onverkoopbaar. Tot 2008 werd het uitgangsmateriaal vrij gemaakt van aardbeimijt door het gecontroleerd begassen van het basisplantgoed (moederplanten) met methylbromide. In Nederland werd hiervoor jaarlijks 120 kg actieve stof methylbromide ingezet. Met ingang van 2008 is deze toepassing definitief vervallen. Deze behandeling was uitermate effectief en doodt de aardbeimijt voor minimaal 99,8%. Vanwege de ongunstige neveneffecten van methylbromide op o.a. de aantasting van de ozonlaag, is internationaal afgesproken het gebruik van deze stof te beëindigen. Wereldwijd wordt momenteel gezocht naar alternatieven voor de toepassing van methylbromide, zowel voor grondbehandeling als voor behandeling van producten in transport en opslag. De aardbeimijt lijkt in dit grote speelveld een onbeduidend element. Globale inschatting maakt echter duidelijk dat het plantgoed alleen in Nederland al een waarde van ongeveer € 70 miljoen vertegenwoordigd. Dit plantmateriaal levert op productieniveau een tegenwaarde op van globaal € 250 miljoen en op consumentenniveau globaal € 600 miljoen.



Foto 1. Eieren en larve aardbeimijt (ca. 25 x vergroot) Foto 2. Symptomen aantasting aardbeimijt.

Sinds enige jaren wordt er intensief gezocht naar mogelijke alternatieven voor de toepassing van methylbromide bij de behandeling van aardbeimoederplanten ter bestrijding van de aardbeimijt. In het onderzoek in fase I & II (PPO projecteind rapport nr. 3252031201, februari 2007) is de nadruk gelegd op verschillende vormen van ozon toepassing, warmwater of stoom en CA-condities. De plannen voor de in dit rapport vermelde resultaten van fase III zijn in het najaar van 2006 gemaakt en vanaf december 2006 tot eind 2007 uitgevoerd, gericht op verfijning van CA-condities en toepassing van verhoogde druk en vacuumbehandelingen. In juni 2007 is op PPO Vredepeel een veldproef aangelegd met de beste behandelingen uit de verschillende experimenten. In augustus 2007 is in de CA-cel van Ruvoma BV een eerste opschalingsexperiment uitgevoerd om na te gaan of ook bij grote partijen plantmateriaal de juiste CA-condities in technisch opzicht gerealiseerd kunnen worden. Verder is in fase III nagegaan of een chemisch middel perspectief kan bieden in de bestrijding van aardbeimijt. In vervolg op fase III werd in fase IV gekozen voor het verder praktijkklaar maken van de CA-warmtebehandeling. Het onderzoek in deze laatste fase is uitgevoerd in de periode januari tot mei 2008 waarbij de CA-warmtebehandeling bij Ruvoma BV te Montfoort is uitgevoerd. In juni '08 is een laatste proef uitgevoerd in de CA-containers bij AFSG-Wageningen. Het plantmateriaal werd door een groot aantal plantenkwekers aangeleverd. Het onderzoek is uitgevoerd in goed overleg met de ingestelde projectgroep 'Aardbeimijt', bestaande uit vertegenwoordigers van Plantum NL, Ruvoma BV, LTO-LGC Aardbei, LTO Groeiservice, NAKTuinbouw, PPO-AGV en AFSG Wageningen UR. De financiering van het onderzoek in fase III & IV is gebeurd door het Ministerie van LNV, Naktuinbouw, Plantum NL, Productschap Tuinbouw, SenterNovem en Stichting Proef & Selectie.

Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een bedrijfszeker en bedrijfseconomisch haalbaar alternatief voor methylbromide met een vrijwel gelijke effectiviteit in doding van de aardbeimijt in basisplantgoed.





## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Opkweek besmet plantmateriaal

In 2006 zijn op PPO Lelystad en Vredepeel vermeerderingsveldjes aangelegd en met aardbeimijt besmet. Na het oprooien in december 2006 zijn de besmette planten tot gebruik bij  $-1^{\circ}\text{C}$  in de koelcel bewaard. In de kas van PPO Lelystad is in 2006/2007 eveneens met aardbeimijt besmette plantmateriaal opgekweekt. Gezonde planten (cv. Elsanta) zijn onder assimilatiebelichting opgepot en regelmatig met mijten besmet. Vervolgens zijn besmette planten gedurende een week onder belichting bij  $8^{\circ}\text{C}$  geplaatst om winterrust te induceren en daarna in plastic zakken bij  $-1^{\circ}\text{C}$  in de koelcel bewaard. Tijdens de winterperiode op het veld overleven alleen de vrouwelijke volwassen mijten.



Foto 3. **Opkweek besmet plantmateriaal.**



Foto 4. **Inductie winterrust 1 week belichting bij  $8^{\circ}\text{C}$ .**

### 2.2 CA-behandeling

Het onderzoek naar fine-tuning van de CA-behandelingen is bij AFSG-Wageningen uitgevoerd in speciale containers met 70 liter inhoud, gebruikmakend van een doorstoomsysteem. De containers zijn in klimaatcellen geplaatst, die op de gewenste temperatuur worden ingesteld. De juiste gassamenstelling stroomt door de containers met aardbeiplanten en wordt regelmatig gecontroleerd en geanalyseerd.



Foto 5a. **CA-containers voor behandeling plantmateriaal bij AFSG Wageningen.**

Het onderzoek naar opschaling van de CA-warmtebehandeling is bij Ruvoma BV te Montfoort uitgevoerd. In deze cel met de afmetingen  $7.20 \times 4.00 \times 3.00$  (l x b x h) kunnen maximaal 15 pallets ( $1.20 \times 1.00$  m) plantmateriaal tot een hoogte van 2.80 m worden gestapeld en behandeld. Op verschillende plaatsen in de cel wordt de temperatuur continu geregistreerd. De gewenste CA-condities worden ingesteld en continu geregistreerd. Bevochtiging tijdens de CA-behandeling vindt continu plaats met een vernevelingsinstallatie

en sproeileidingen. Tijdens de experimenten zijn door AFSG-Wageningen in diverse pallets bij het plantmateriaal escorts geplaatst als controle op de werkelijk gerealiseerde temperaturen.



Foto 5b. CA-cel voor behandeling plantmateriaal bij Ruvoma BV te Montfoort.

## 2.3 Beoordeling afdoding mijten

Na afloop van elk experiment zijn in fase III per behandeling en per herhaling minimaal 3 besmette planten opgepot. In fase IV zijn 10-15 besmette planten opgepot. Meestal op één tijdstip na circa twee à drie weken hergroei (in fase IV op 2 tijdstippen), zijn de jongste blaadjes verzameld en op de Berlese trechters geplaatst. De nog levende mijten vallen in een vloeistof met glycerine en na 48 uur worden de mijten afgezogen op een fijn filter en met de binoculair geteld. In een aantal experimenten zijn tevens direct na behandeling besmette planten via Berlese extractie onderzocht op overleving van aardbeimijt.

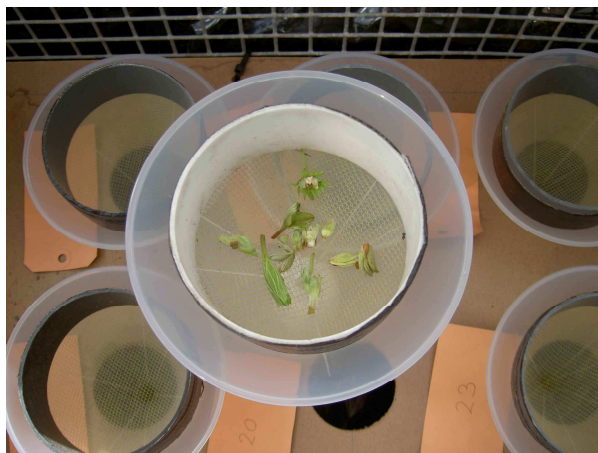


Foto 6. Berlese extractie aardbeimijt.



Foto 7. Opgepot plantmateriaal na behandeling.

## 2.4 Beoordeling gewasschade

De proeven zijn grotendeels met A+ planten (cv. Elsanta) uitgevoerd, bij de fine-tuning van de CA-behandelingen in fase III is uitgegaan van 5 à 6 verschillende herkomsten A-planten. Na uitvoering van de experimenten zijn per behandeling en per herhaling uit de behandelde bundels van 10-20 planten, minimaal 2 planten per herkomst opgepot en na circa 1 en 3 weken hergroei met een rapportcijfer beoordeeld op gewasstand en plantschade (fytotoxiciteit). De experimenten zijn in drie- of viervoud uitgevoerd. In fase IV van opschaling zijn van een groot aantal plantenkwekers tot 16 verschillende herkomsten en rassen betrokken. Per herkomst/ras zijn 5 tot 10 planten opgepot voor verdere beoordeling.

## 3 Plantbehandeling onder hoge druk en drukwisselingen volgens MSDD

### 3.1 Achtergrond

Door Ruvoma B.V. zijn in 2006 in een oriënterende proefopzet, aardbeiplanten onder hoge druk en met 100% CO<sub>2</sub> gedurende maximaal 2 uur behandeld bij een temperatuur van ongeveer 20°C.

- 1<sup>e</sup> proef betreft een behandeling van 6 bar gedurende 1 uur met onbesmette planten
- 2<sup>e</sup> proef betreft een behandeling van 18 bar gedurende 2 uur met onbesmette planten
- 3<sup>e</sup> proef betreft een behandeling van 6 bar gedurende 1 uur met besmette planten

Resultaten behandeling plantmateriaal na beoordeling door PPO-AGV te Lelystad waren:

- 1<sup>e</sup> proef; planten verkeren in goede staat
- 2<sup>e</sup> proef; planten zijn allemaal dood
- 3<sup>e</sup> proef; planten in goede staat en wel afdoding van mijten maar niet afdoende

Uit onderzoek van de Universiteit van Davis (Californië) komt naar voren dat kortdurende vacuümbehandelingen de mortaliteit van insecten kan verhogen. Deze techniek is gebaseerd op de in de VS ontwikkelde succesvolle MSDD techniek (Metabolic Stress Disinfection and Disinfestation) als alternatief voor methylbromide. Doel is om in dit geval de in de mijten aanwezige zuurstof te vervangen door CO<sub>2</sub> en onomkeerbare schade toe te brengen aan de structuur van de mijten. Afwisselende drukverschillen van 1.1 bar tot 0.1 bar lijken voldoende, gedurende een aantal opeenvolgende cycli. Deze techniek kan eventueel worden gevolgd door een voor de mijt schadelijke natuurlijke stof toe te dienen bij laatste fase van lage druk. De juiste techniek hangt af van het te bestrijden organisme en van het plant materiaal en zal proefondervindelijk vastgesteld moeten worden.

In enkele experimenten is toepassing van verhoogde druk onderzocht en zijn cycli van drukwisselingen toegepast op gezond en besmet plantmateriaal. Hiervoor is extra financiering gevonden bij SenterNovem te Utrecht.

### 3.2 Opzet en uitvoering experimenten

#### Experiment 1

In de periode 16-18 januari 2007 zijn bij AFSG te Wageningen verschillende drukken (6, 8, 10 en 12 bar) en tijdsduren (1 en 2 uur) in een 100% CO<sub>2</sub> atmosfeer getest. Tevens zijn cycli van afwisselend lage en hogere druk getest volgens het MSDD-principe. In 2 minuten worden de planten in een CO<sub>2</sub> atmosfeer op 0,1 bar gebracht, na 1 minuut bij deze druk wordt deze weer opgevoerd naar 1,1 bar en vervolgens na 1 minuut weer teruggebracht naar 0,1 bar. In totaal duurt één cyclus 5 minuten. Deze drukwisselingen zijn gedurende 2 uur of 4 uur uitgevoerd. De behandeling van het plantmateriaal bestaande uit gezonde A+ planten en met aardbeimijt geïnfecteerde planten, afkomstig uit Lelystad en Vredepeel, is steeds bij kamertemperatuur uitgevoerd. De planten zijn op 19 januari 2007 opgepot bij PPO Lelystad, enkele keren beoordeeld op weggroei en plantschade (fytoxiciteit) en na enkele weken getoetst op overleving van mijten via Berlese extractie.

#### Experiment 2

In dit 2<sup>e</sup> experiment zijn enkele behandelingen uit proef 1 herhaald (6 en 12 bar gedurende 1 uur), is het scheiden van druk en CO<sub>2</sub> effecten nagegaan door te behandelen in 100% N<sub>2</sub> en is de plantstress gereduceerd door het CO<sub>2</sub> gehalte te verlagen naar 5%. Drukwisselingen zijn nu toegepast in cycli van 5 minuten en 30 minuten waarbij gedurende resp. 1 en 25 minuten een druk van 0,1 bar werd gerealiseerd. Dit experiment diende vooral als controle op de resultaten uit het eerste experiment. De behandelingen zijn nu alleen op met aardbeimijt geïnfecteerde planten uitgevoerd in week 7, 2007.

### 3.3 Resultaten

#### Experiment 1

Bij alle verhoogde drukken was een plantreactie te zien (tabel 1), bij 6 bar nog acceptabel, vanaf 8 bar is de hergroei traag en onvoldoende, bij de hoogste drukken van 10 bar gedurende 2 uur en 12 bar volgt uiteindelijk afsterving van de planten (foto 8). De cycli van drukwisselingen lieten weinig gewasreactie zien (foto 9). De bestrijding van de aardbeimijt was onvoldoende en bij de cycli van drukwisselingen zelfs nul.

Tabel 1. **Resultaten CO<sub>2</sub>-behandeling bij 20 °C onder verhoogde druk in combinatie met tijdsduur. Behandeling 16-18 januari en opgepot op 19 januari 2007. AFSG-Wageningen en PPO-Lelystad.**

Objectnr.	P (bar)	# uur behandeld	Standcijfer <sup>1)</sup>	% bestrijding mijten <sup>2)</sup>
1	1	Controle	9,0	0
2	6	2	7,0	0
3	8	1	4,3	55
4	8	2	4,7	42
5	10	1	4,0	49
6	10	2	2,0	*
7	12	1	2,0	0
8	cycli	2	8,7	0
9	cycli	4	8,3	0

<sup>1)</sup> Gewascijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), beoordeeld op 6 februari '07; 1 = volledig afgestorven

<sup>2)</sup> Percentage bestrijding t.o.v. object 1, beoordeeld op 5 februari 2007

\* = geen waarneming uitgevoerd, geen scheuten aanwezig voor Berlese extractie

#### Experiment 2

De hergroei van de besmette planten was traag en in een aantal gevallen waren er onvoldoende jonge scheuten aanwezig voor Berlese extractie. De blanco drukwisseling diende als referentie daar alle controle objecten onvoldoende scheuten ontwikkelden. In alle gevallen was er geen of een zeer beperkte afdoding van de mijten waarneembaar (tabel 2). Ook een verlenging van de verblijftijd tot 25 minuten bij lage druk, gaf geen verbetering van de bestrijding te zien.

Tabel 2. **Resultaten CO<sub>2</sub>-behandeling bij 20 °C onder verhoogde druk in combinatie met tijdsduur. Behandeling 13-15 februari en opgepot 16 februari 2007. AFSG-Wageningen en PPO-Lelystad.**

Objectnr.	P (bar)	# uur behandeld	Luchtsamenstelling	% bestrijding mijten <sup>1)</sup>
1	cycli	Referentie	normale lucht	0
2	6	1	100% CO <sub>2</sub>	0
3	12	1	100% CO <sub>2</sub>	0
4	6	1	100% N <sub>2</sub>	32
5	12	1	100% N <sub>2</sub>	0
6	6	1	5% CO <sub>2</sub>	0
7	12	1	5% CO <sub>2</sub>	*
8	cycli_5 min	4	100% CO <sub>2</sub>	37
9	cycli_30 min	4	100% CO <sub>2</sub>	23

<sup>1)</sup> Percentage bestrijding t.o.v. object 1, beoordeeld na Berlese extractie op 5 maart 2007

\* = geen waarneming uitgevoerd, geen scheuten aanwezig voor Berlese extractie





Foto 8. **Plantreactie na toepassing van verhoogde druk. Vlnr: onbehandeld (29), 6 bar 1 uur (35), 8 bar 1 uur (53), 8 bar 2 uur (12), 10 bar 1 uur (21), 10 bar 2 uur (1) en 12 bar 1 uur (36). PPO-Lelystad, 16 februari 2007.**



Foto 9. **Plantreactie na toepassing van cycli van verhoogde en verlaagde druk volgens het MSDD principe. Vlnr: Onbehandeld (30), cycli gedurende 2 uur (13) en cycli gedurende 4 uur (10). PPO-Lelystad, 16 februari 2007.**

### 3.4 Discussie en conclusies

De negatieve plantreactie bij verhoogde druk is mogelijk vooral een gevolg van de hoge CO<sub>2</sub> concentratie. De volledige CO<sub>2</sub> atmosfeer veroorzaakt onder normale luchtdruk al een stressreactie bij de plant en deze wordt versterkt door de hoge druk. Het toepassen van cycli van afwisselend lage en hogere druk gaf geen plantreactie te zien. Het effect op afdoding van mijten was zeer beperkt en onvoldoende.

In een 2<sup>e</sup> experiment zijn enkele objecten herhaald en is ook gekeken naar de combinatie van druk en 100% N<sub>2</sub> (scheiden van druk en CO<sub>2</sub> effecten) en een lagere concentratie van CO<sub>2</sub>. Het toepassen van drukwisselingen is herhaald waarbij de behandeltijd bij lage druk is verlengd tot 25 minuten. Al deze behandelingen leidden echter niet tot nieuwe inzichten. Evenals in het eerste experiment werden er weinig of geen effecten op afdoding van de aardbeimijt waargenomen. Verder onderzoek naar het toepassen van druk en cycli van vacuüm behandelingen ter bestrijding van aardbeimijt is niet zinvol.

## 4 Finetuning CA-behandeling

Verandering van luchtsamenstelling en/of temperatuur (Controlled Atmosphere of CA-bewaring) kan op natuurlijke wijze aanwezig ongedierte in alle levensstadia vernietigen. Wijziging van de luchtsamenstelling in beperkte ruimtes is een bestrijdingstechniek welke de kwaliteit van de producten bij een juiste toepassing niet aantast. De verandering van luchtsamenstelling en/of temperatuur wordt toegepast in klimaatkamers waarin de producten worden geplaatst. Hierin worden het zuurstofgehalte, de luchtvochtigheid en de temperatuur geregeld.

### 4.1 Maximale potentie van hoge temperatuur en CA-condities

#### Proefopzet en uitvoering

Uit het CA-experiment, uitgevoerd in december 2006 bleek dat bij alle CA-objecten een temperatuur van 40 °C gedurende 38 of 48 uur het plantmateriaal voor het grootste deel liet afsterven. De objecten bij 35°C gaven ongeacht de behandelingsduur een 100% afdoding van de aardbeimijt bij een beperkt nadelig effect op het plantmateriaal. Reden om nu gedurende 24 of 48 uur temperaturen rond 35°C te toetsen bij verschillende CA-condities tot maximaal 90% CO<sub>2</sub> en 10% O<sub>2</sub>. De verwachting is dat bij een wat hoger O<sub>2</sub> gehalte de plantschade beperkt wordt. Voor dit experiment en volgende experimenten is besloten plantmateriaal te gebruiken van maximaal 6 verschillende herkomsten (A-planten van de rassen Elsanta en Sonata) om inzicht te verkrijgen in de uniformiteit van de behandelingsmethodiek op herkomst. Er zijn geen combinaties met middelen toegepast. Het benodigde plantmateriaal is op vrijdag voorafgaand aan de behandelingen vanuit de bewaarcel bij 4°C in de conditioneercel geplaatst. Op maandag is het plantmateriaal gebundeld en verpakt. Na een nacht bij 16-18°C is het plantmateriaal naar AFSG-Wageningen getransporteerd en meestal om 14.00 uur in de CA-containers geplaatst. Na behandeling is het plantmateriaal tot het moment van oppotten en verdere behandeling bewaard bij 4°C.

#### Resultaten

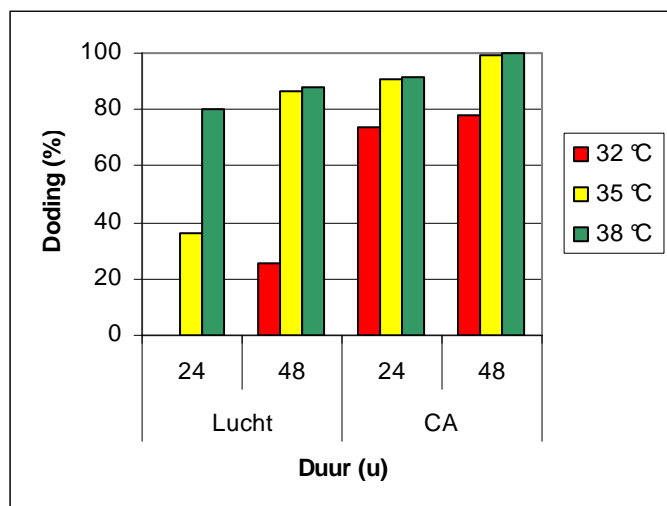
In tabel 3 is een overzicht gegeven de effecten van de behandelingen op afdoding van de aardbeimijt en de plantkwaliteit. De beste afdoding tot bijna 99% gaf behandeling 23, direct gevolgd door 22. Dit zijn de objecten met 10% O<sub>2</sub> en 50-90% CO<sub>2</sub> gedurende 48 uur bij 35°C. De plantkwaliteit van behandeling 23 is nog net op de rand, die van behandeling 22 is duidelijk beter bij een wat lagere afdoding van bijna 98%. Lagere zuurstofgehalten leiden snel tot een te slechte plantkwaliteit. Opmerkelijk is het verschil in reactie tussen de herkomst. Herkomst 'oranje' scoort bij de meeste behandelingen het best, terwijl in een aantal gevallen de planten van de overige behandelingen vrijwel geheel afsterven. Opvallend was dat de hogere temperatuur-CO<sub>2</sub> combinaties veel minder of zelfs geen bloei gaven. In figuur 1 is het effect op afdoding bij een warmte behandeling in normale luchtsamenstelling en onder CA-condities grafisch uitgezet. Alleen een CA-behandeling gedurende 48 uur bij 35 of 38°C resulteerde in > 99% afdoding van de aardbeimijt.

Tabel 3. **CA-behandeling aardbeiplanten van 5 herkomsten met effecten op plantkwaliteit en bestrijding aardbeimijt. Uitvoering CA-behandelingen 20-22 februari, opgepot 23 februari, eindbeoordeling planten 16 maart 2007, telling mijten na Berlese extractie op 15, 19, 21 maart 2007.**

object	T (°C)	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	tijd (u)	Standcijfers <sup>1)</sup> herkomst planten					% doding
					oranje	groen	blauw	rood	geel	
1	38	0	21	24	8	8	7	7	7	80,0
2	38	50	1	24	7	6	5	5	4	91,2
3	38	0	21	48	8	8	6	7	7	88,1
4	38	50	1	48	4	1	2	1	1	*
5	35	0	21	24	8	8	8	8	8	36,4
6	35	50	1	24	8	7	6	7	5	90,8
7	35	0	21	48	8	8	7	7	6	86,7
8	35	50	1	48	6	2	4	2	2	<b>99,3</b>
9	32	0	21	24	8	8	7	7	7	0
10	32	50	1	24	8	8	8	7	7	73,8
11	32	0	21	48	8	8	6	7	6	25,6
12	32	50	1	48	7	7	6	6	5	78,1
<b>13</b>	<b>35</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>97,8</b>
14	35	30	1	48	6	1	1	1	1	*
15	35	90	1	48	2	1	1	1	1	*
16	35	10	0	48	6	1	1	1	1	*
17	35	30	0	48	7	2	2	2	1	*
18	35	50	0	48	5	1	1	1	1	*
19	35	90	0	48	6	1	1	1	1	*
20	35	10	10	48	8	8	7	7	8	0
21	35	30	10	48	7	8	7	7	7	89,2
<b>22</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>97,8</b>
<b>23</b>	<b>35</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>98,9</b>
24	35	0	0	48	7	2	3	1	1	96,8
25	35	20	80	48	8	8	6	7	7	91,0
26	20	nvt	nvt	48	8	8	7	7	7	0

<sup>1)</sup> Standcijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), 1 = volledig afgestorven

\* = geen waarneming uitgevoerd, besmette planten afgestorven



Figuur 1. **Afdoding aardbeimijt na warmtebehandeling bij 32, 35 of 38 °C onder normale luchtsamenstelling en onder CA-condities (1 % O<sub>2</sub> en 50 % CO<sub>2</sub>). PPO-AGV Lelystad en AFSG Wageningen, maart 2007.**



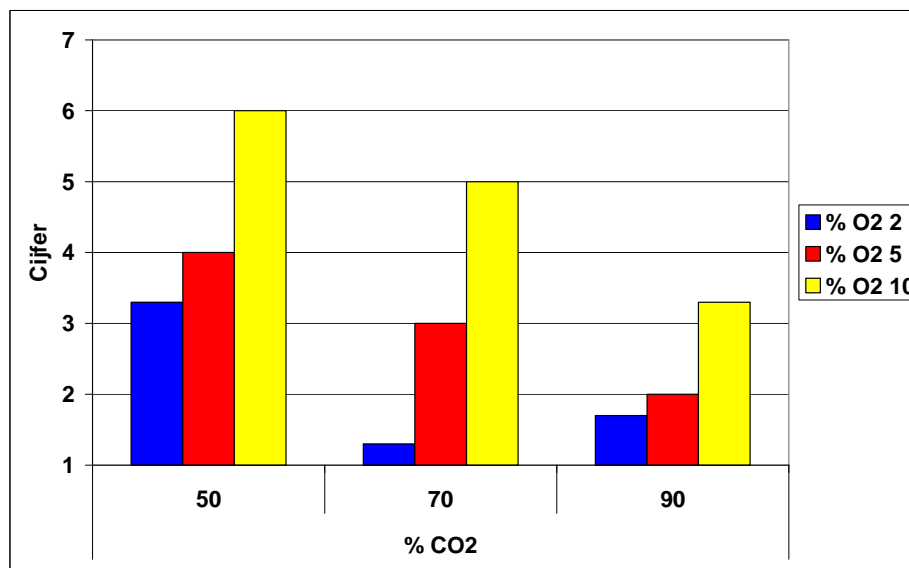
## 4.2 Optimalisatie afdoding en beperking plantschade met CA

### Proefopzet en uitvoering

In dit volgende experiment, uitgevoerd in april 2007 is het doel gericht op verdere optimalisering van de afdoding bij het zoveel mogelijk beperken van de plantschade. Een temperatuur van 32°C is te laag (onvoldoende afdoding) en 40°C te hoog (plantschade). Er treedt vooral plantschade op bij lagere zuurstofconcentraties. Tot nu toe is vooral gefocust op 50% CO<sub>2</sub> en 1% O<sub>2</sub>. De planten lijken echter aanzienlijk beter bestand tegen hoog CO<sub>2</sub> bij een wat hoger zuurstofgehalte vandaar de keuze nu voor 50, 70 en 90% CO<sub>2</sub> in combinatie met 2, 5 en 10% O<sub>2</sub>. Bij laag zuurstof neemt de gevoeligheid voor CO<sub>2</sub> sterk toe, de afdoding lijkt dan echter goed te zijn. Bij 1% O<sub>2</sub> is de plantschade al onacceptabel bij 10% CO<sub>2</sub> vandaar de keuze voor 1% O<sub>2</sub> in combinatie met 8, 3 en 0% CO<sub>2</sub>. Omdat de behandelduur van 24 uur ook bij eventuele implementatie zal leiden tot zeer kritische randvoorwaarden is gefocust op 48 uur. Om in 24 uur tot voldoende afdoding te komen is 38°C het meest kansrijk.

### Resultaten

Uit tabel 4 blijkt dat vrijwel alle behandelingen bij 38°C gedurende 24 of 48 uur in de meeste gevallen een zeer slechte plantkwaliteit gaven, gevolgd door afsterving na het oppotten. De herkomst oranje scoorde wederom in de meeste gevallen het hoogst. Als beste behandeling kwam een wat hoger zuurstofgehalte van 10% bij 50% CO<sub>2</sub> naar voren (figuur 2). De CA-conditie, gedurende 48 uur toegepast bij een temperatuur van 35°C leidde tot een hoge afdoding van 99,5% bij een nog net acceptabele gemiddelde plantkwaliteit (behandeling 13). De herkomsten rood en geel scoorden bij deze CA-conditie een onvoldoende.



Figuur 2. Rapportcijfer (6 = voldoende) voor hergroei plantmateriaal, gemiddeld over 5 herkomsten na CA-behandeling bij verschillende combinaties van CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub>. AFSG-Wageningen en PPO-Lelystad, april 2007.

Tabel 4. **CA-behandeling aardbeiplanten van 5 herkomsten met effecten op plantkwaliteit en bestrijding aardbeimijt. Uitvoering CA-behandelingen 3-5 april, opgepot op 6 april, eindbeoordeling planten 23 april, telling mijten via Berlese extractie direct na behandeling op 10-13 april (B1) en na oppotten van besmette planten op 20 april 2007 (B2).**

Object	T (°C)	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	tijd (u)	B1 %	Standcijfer <sup>1)</sup> van herkomst					gemid- deld	B2 %
						oranje	groen	blauw	rood	geel		
1	38	50	10	48	79,8	2,0	1,3	0,7	1,0	1,0	1,0	*
2	38	70	10	48	99,3	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	*
3	38	90	10	48	98,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
4	38	50	5	48	99,1	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
5	38	70	5	48	91,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
6	38	90	5	48	98,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
7	38	50	2	48	98,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
8	38	70	2	48	99,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
9	38	90	2	48	91,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
10	38	8	1	48	98,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
11	38	3	1	48	100,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
12	38	0	1	48	99,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
<b>13</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>99,3</b>	<b>7,7</b>	<b>7,0</b>	<b>5,8</b>	<b>4,3</b>	<b>3,8</b>	<b>6,0</b>	<b>99,5</b>
14	35	70	10	48	100,0	6,2	5,8	4,8	2,5	2,5	5,0	99,9
15	35	90	10	48	100,0	5,3	3,8	3,2	2,0	2,0	3,3	*
16	35	50	5	48	99,8	6,0	5,5	4,2	3,0	1,7	4,0	99,7
17	35	70	5	48	98,7	3,7	3,0	1,8	1,7	1,3	3,0	*
18	35	90	5	48	99,8	3,8	1,8	1,5	1,3	1,0	2,0	*
19	35	50	2	48	99,8	4,7	3,5	2,8	1,8	1,0	3,3	*
20	35	70	2	48	100,0	2,5	2,3	1,3	1,0	1,2	1,3	*
21	35	90	2	48	100,0	2,8	1,8	1,7	1,0	1,0	1,7	*
22	35	8	1	48	90,6	2,7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	*
23	35	3	1	48	*	2,3	2,2	1,7	1,2	1,3	1,3	*
24	35	0	1	48	*	2,5	2,2	1,5	1,0	1,0	1,3	*
25	38	50	10	24	100,0	6,8	6,7	4,5	4,0	1,2	5,0	98,8
26	38	70	10	24	99,6	4,3	5,2	2,8	1,7	2,0	3,7	99,3
27	38	90	10	24	98,7	3,0	3,3	2,8	1,8	1,3	2,7	*
28	38	50	5	24	99,8	6,2	3,2	2,7	2,8	1,8	3,7	99,0
29	38	70	5	24	97,5	4,2	2,5	2,0	1,0	1,0	2,0	*
30	38	90	5	24	100,0	2,7	2,7	1,8	1,3	1,0	2,0	*
31	38	50	2	24	100,0	3,7	2,2	1,8	1,8	1,0	2,0	*
32	38	70	2	24	100,0	2,0	1,7	2,8	1,2	1,0	2,0	*
33	38	90	2	24	100,0	1,5	1,0	1,5	1,2	1,0	1,0	*
34	38	8	1	24	99,8	2,8	2,7	1,5	1,7	1,0	1,7	*
35	38	3	1	24	99,8	2,2	3,7	2,2	1,8	1,2	2,3	*
36	38	0	1	24	*	2,3	1,3	2,5	1,5	1,0	2,3	*
37	controle AFSG @20°C				0,0	8,3	8,7	7,7	7,2	7,5	8,3	0
38	controle AFSG @1°C				46,9	7,5	7,5	6,2	6,3	5,2	7,0	0

<sup>1)</sup> Standcijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), 1 = volledig afgestorven

\* = geen waarneming uitgevoerd, onvoldoende capaciteit (B1) of besmette planten afgestorven (B2)

## 4.3 Mogelijke praktijktoepassingen CA

### Opzet en uitvoering

In een laatste CA-proef is nagegaan welke toepassingen op praktijkschaal tot de mogelijkheden behoren. Een behandelduur van 24 uur vereist bij implementatie zeer kritische randvoorwaarden, daarom is gekozen voor 48 uur behandelduur bij 35°C en 40 uur bij 38°C. De combinatie 10% O<sub>2</sub> + 50% CO<sub>2</sub> kwam uit het vorige experiment als beste uit de bus. Om minder plantschade te veroorzaken is een test bij een hoger zuurstofgehaltes van 20% relevant, nog hogere O<sub>2</sub>-gehaltes geven technische veiligheidsproblemen. Een concentratie van 30% CO<sub>2</sub> geeft onvoldoende afdding, 70% CO<sub>2</sub> veroorzaakt plantschade zodat nu 40 en 60% CO<sub>2</sub> worden getoetst om te bepalen of 50% het veilige midden is. Omdat dit de proef is waaruit de uiteindelijke keuze voor een praktijkimplementatie wordt gemaakt, is betrouwbaarheid essentieel en is de proef in duplo uitgevoerd. Nu zijn alle 6 herkomsten beproefd.

## Resultaten

In tabel 5 zijn de uitkomsten van dit experiment vermeld. De CA-behandelingen met 20% zuurstof zijn veelbelovend: zeer hoge afdoding van de aardbeimijt (> 99%) en weinig verlies aan plantkwaliteit. Sommige plantherkomsten reageren zeer verschillend. De voorkeur gaat uit naar een behandeling van 48 uur 35°C bij 50% CO<sub>2</sub> en 20% O<sub>2</sub> (objecten 5 en 11). Deze duplo behandelingen 5 en 11 komen goed met elkaar overeen, uitgezonderd voor de herkomst geel/zwart (ge/zw) die in de duplo (object 11) onverklaarbaar laag scoorde met een rapportcijfer van 1,7. De gerealiseerde O<sub>2</sub> waarden zijn vanwege condensvorming in de leidingen en hoge verademing van de planten, in werkelijkheid lager geweest. De behandelingen met een instelwaarde van 20% O<sub>2</sub> was in werkelijkheid 16% bij 35°C en 14% bij 38°C.

Tabel 5. **CA-behandeling aardbeiplanten van 6 herkomsten met effecten op plantkwaliteit en bestrijding aardbeimijt. Uitvoering CA-behandelingen 1-3 mei, opgepot op 4 mei, eindbeoordeling planten 29 mei, telling mijten via Berlese extractie direct na behandeling op 9-11 mei (B1) en na oppotten van besmette planten op 23-29 mei 2007 (B2).**

Object	T (°C)	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	tijd (u)	B1 % doding	Standcijfer <sup>1)</sup> van herkomst:							B2 % doding
						oranje	groen	blauw	rood	geel	ge/zw	gemiddeld	
1	35	40	10	48	100	7,3	6,7	6,0	6,7	5,3	4,7	6,1	99,5
2	35	50	10	48	99,2	7,3	5,8	6,3	5,2	3,2	6,7	5,8	99,0
3	35	60	10	48	99,4	4,7	2,3	1,8	1,2	1,7	3,5	2,5	99,0
4	35	40	20	48	100	7,2	7,2	7,0	6,3	6,8	6,7	6,9	99,5
<b>5</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>48</b>	<b>94,9</b>	<b>8,0</b>	<b>7,3</b>	<b>6,5</b>	<b>6,8</b>	<b>7,2</b>	<b>6,3</b>	<b>7,0</b>	<b>98,8</b>
6	35	60	20	48	100	7,3	6,5	6,5	6,8	7,2	7,0	6,9	99,1
7	35	40	10	48	98,8	7,7	7,8	7,0	7,3	5,2	7,3	7,1	99,5
8	35	50	10	48	99,6	6,3	5,8	5,5	2,7	2,2	3,7	4,4	99,5
9	35	60	10	48	99,8	5,8	4,8	2,8	3,5	1,2	4,5	3,8	99,5
10	35	40	20	48	99,4	7,7	7,3	7,0	7,0	7,3	6,3	7,1	98,3
<b>11</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>48</b>	<b>99,6</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,2</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>1,7</b>	<b>6,3</b>	<b>99,7</b>
12	35	60	20	48	99,2	7,2	7,0	6,5	6,8	6,8	5,8	6,7	99,5
13	38	40	20	40	97,6	7,7	7,5	7,2	6,8	3,3	6,8	6,6	99,2
14	38	50	20	40	100	7,2	6,8	5,3	5,8	2,0	5,5	5,4	99,1
15	38	60	20	40	98,3	6,3	5,8	5,0	4,7	5,0	4,0	5,1	99,3
16	38	40	20	40	100	7,5	7,3	6,5	6,8	5,8	5,3	6,6	99,7
17	38	50	20	40	98,7	7,3	6,7	5,0	5,0	4,0	3,8	5,3	98,7
18	38	60	20	40	99,2	7,3	5,8	6,2	6,8	5,0	4,2	5,9	99,4
19	20	0	21	48	0	7,8	7,8	7,2	7,2	7,8	6,3	7,4	0
20	20	0	21	48	0	7,5	7,5	7,2	7,7	7,3	5,3	7,1	0

<sup>1)</sup> Standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10), 1 = volledig afgestorven.

## 4.4 Enkele conclusies verfijning CA-behandelingen

De afsterving van de planten uit de objecten met de zeer lage ingestelde zuurstofconcentraties uit de eerste CA-experimenten zijn nu verklaarbaar: in werkelijkheid was er door de zeer hoge verademing bij de hoge temperaturen, niet of nauwelijks zuurstof beschikbaar en is fermentatie opgetreden. In deze vervollexperimenten blijkt het mogelijk te zijn om bij een werkelijk O<sub>2</sub>-gehalte van 16% bij 35°C een afdoding te verkrijgen van ruim 99%. In vergelijking met de effectiviteit van chemische middelen is dit een hoog percentage. De plantkwaliteit wordt bij deze condities slechts in zeer lichte mate nadelig beïnvloed. Ook zijn de verschillen tussen de plantherkomsten beperkt. Bij lagere O<sub>2</sub>-gehalten is gebleken dat de herkomsten sterk verschillend reageren: van een voldoende hergroei na oppotten tot bijna volledige afsterving. Ook wordt de bloei beïnvloed. Bij deze condities zou je kunnen spreken van een vitaliteitstoets. Op grond van de resultaten van de laatste CA-proef is met meerdere herkomsten SE1 en SE2 planten een veldproef aangelegd (zie onder 6).



Foto 10. **Optimalisering CA-behandeling met 6 herkomsten plantmateriaal aangegeven met verschillende kleuren, opgepot 4 mei 2007. Plantherkomsten kunnen sterk verschillend reageren op de CA-behandeling. PPO-AGV Lelystad, 11 mei 2007.**

## 4.5 Opschaling CA-behandeling: technische mogelijkheden

Uit de in mei 2007 afgesloten experimenten ter verfijning van de CA-behandeling komt naar voren dat een behandeling van plantmateriaal gedurende 48 uur bij (reëel) 16% O<sub>2</sub> en een hoog CO<sub>2</sub> gehalte van 50% in combinatie met een temperatuur van 35°C een goede methode is om aanwezige aardbeimijten effectief te doden. De bestrijding ligt bij deze behandeling rond de 99%. Een behandeling onder een voldoende zuurstofvoorziening is noodzakelijk om plantschade te beperken. Bij suboptimale CA-condities kunnen verschillende herkomsten plantmateriaal een zeer uiteenlopende plantreactie geven.

Uiteindelijk moet een goed alternatief voor ontsmetting van plantmateriaal via toetsing op semi-praktijkschaal op bedrijfsniveau worden geïmplementeerd. Met overgebleven plantmateriaal is in augustus 2007 een eerste opschalingsexperiment uitgevoerd bij Ruvoma B.V. te Montfoort. Het snel bereiken van de juiste en het handhaven van gelijkmatige condities in het plantmateriaal bij behandeling van grote partijen is een harde voorwaarde voor het slagen van deze behandelingsmethode in de praktijk.

### Opzet en uitvoering

Door Flevoplant BV te Ens zijn op vrijdag 10 augustus '07 in totaal 21 pallets A-planten aangeleverd bestaande uit 4 verschillende herkomsten van het ras Elsanta. Elke pallet bestaat uit 64 kistjes (8-hoog gestapeld) met elk 500 planten. Deze zijn liggend in bundels verpakt in dichtgevouwen foliezakken. De pallets zijn vervolgens bij 18-20°C ontdooid bij PPO Lelystad en op maandag 13 en dinsdagochtend 14 augustus '07 voor transport naar Ruvoma BV te Montfoort gereedgemaakt waarbij verschillende verpakkingsvarianten zijn toegepast.

Voorafgaand aan een MeBr begassing worden de planten rechtop gezet en het folie verwijderd, vooral om na begassing de MeBr weer snel af te kunnen afvoeren. Dit is bij een CA-behandeling waarschijnlijk niet relevant. Voor wat betreft de verpakkingswijze is daarom gekozen voor de volgende verpakkingsvarianten:

1. Planten liggend met opengeslagen foliezak, partijcode 1: ST5-246
2. Planten rechtopstaand met opengeslagen foliezak, partijcode 2: ST5-47
3. Planten rechtopstaand zonder folie (foliezak verwijderen), partijcode 3: ST5-231
4. Planten in originele verpakking, liggend in dichtgevouwen foliezak (referentie en opvulling cel)

Per verpakkingsvariant 1-3 zijn 4 pallets gereedgemaakt, de overblijvende 9 pallets in originele (dichte) verpakking dienen als opvulling van de CA-cel. Vanwege de vrij hoge omgevingstemperatuur zijn alle planten in de namiddag van maandag 13 augustus tot de ochtend van dinsdag 14 augustus '07 bij gemiddeld 8°C geplaatst. In de vroege middag van 14 augustus '07 zijn de pallets naar Ruvoma BV te Montfoort getransporteerd en volgens een vastgesteld patroon in de CA-cel geplaatst, met meer of minder ruimte tussen de pallets. Uiteindelijk zijn er van elke verpakkingsvariant 3 pallets geplaatst over de breedte van de cel, afgewisseld met 2 lagen à 3 pallets in originele verpakking. In totaal konden er 3 (breed) x 5 (diep) = 15 pallets in de cel worden geplaatst. Door AFSG Wageningen zijn per pallet 4 sensoren (escorts) geplaatst op verschillende hoogten voor meting van temperatuur en RV. Door Ruvoma BV zijn op verschillende plaatsen voelers geplaatst en is de temperatuur en RV continu geregistreerd. De opstelling in de cel was als volgt (van voor naar achter):

- Laag 1: Verpakkingsvariant 3: zonder folie
- Laag 2: Originele verpakking partij 2
- Laag 3: Verpakkingsvariant 2: rechtopstaand in folie
- Laag 4: Originele verpakking partij 1
- Laag 5: Verpakkingsvariant 1: liggend in folie

De andere partijen zijn ook op deze manier neergezet. In de nacht van dinsdag 14 op woensdag 15 augustus '07 zijn alle pallets die vanwege transport en verschillende verpakkingswijzen uiteenlopende temperaturen aangaven, met buitenlucht teruggebracht op een temperatuur van ca. 20°C. Vanaf woensdag 15 augustus 14.00 u tot vrijdag 17 augustus '07 14.00 u is de temperatuur verhoogd naar 35°C en zijn de CA-condities ingesteld op 15 % O<sub>2</sub> en een CO<sub>2</sub> gehalte van 50%. Middels een sproeileiding rechtsboven aan de wand van de cel werd er regelmatig bevochtigd. Direct na de CA-behandeling is met buitenlucht gekoeld om de producttemperatuur te verlagen. Op maandagochtend 20 augustus '07 zijn de pallets naar buiten gereden. De sensoren zijn uit de pallets gehaald waarbij de actuele temperatuur is gemeten en het plantmateriaal is beoordeeld en gefotografeerd.



Foto 11 a-b. **Planten direct voor transport naar Ruvoma; links rechtopstaand in opengeslagen foliezak, rechts zonder folie, 15 augustus 2007.**

## Resultaten

### a. Verpakkingsvarianten.

Na het ontdooien bleek op maandag 13 augustus '07 vooral in partij 3 in circa 10-15 % van de kisten reeds broei te zijn opgetreden, dit leidde al tot wat extra uitloop van de planten. Partij 2 had de beste kwaliteit met een gezond en schoon wortelgestel en weinig uitloop. Om de temperatuur niet verder te laten oplopen zijn alle pallets vanaf de late namiddag van maandag 13 augustus tot de ochtend van dinsdag 14 augustus '07 bij 8°C geplaatst. Dinsdagochtend 14 augustus voorafgaand aan het transport naar Ruvoma BV werden planttemperaturen gemeten van resp. 14-15, 13-14 en 11-12°C in de verpakkingsvarianten 1, 2 en 3 (verpakkingsvariant 1 is op dinsdagochtend 14 aug. klaargemaakt). In de originele (dichte) verpakkingen werden temperaturen gemeten van 13-15°C.

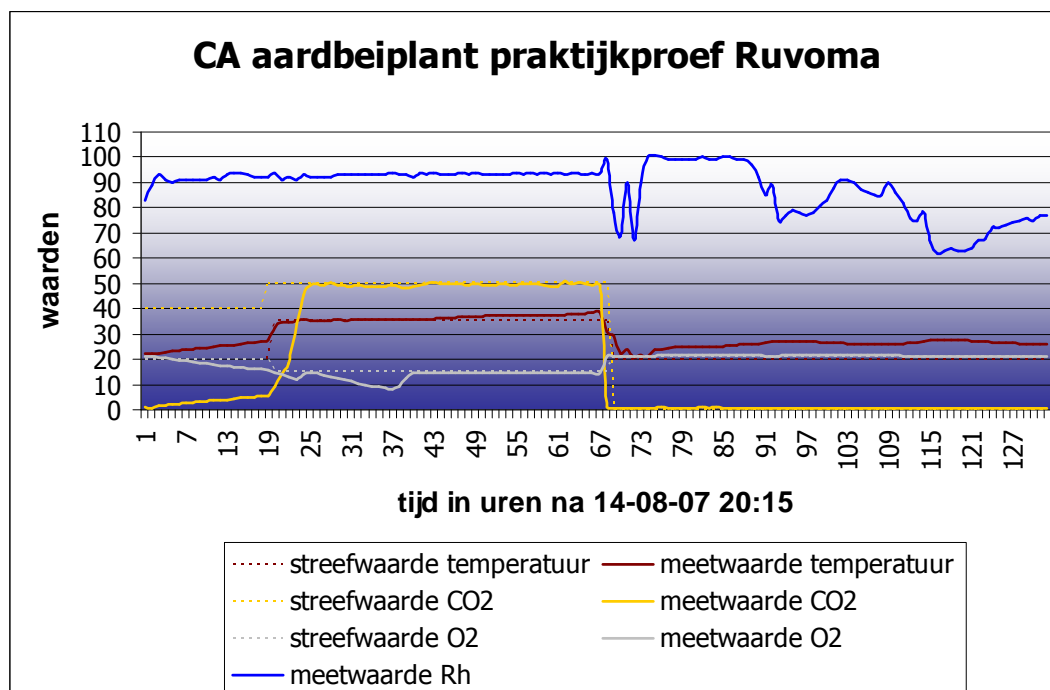


### *b. Temperatuur en RV*

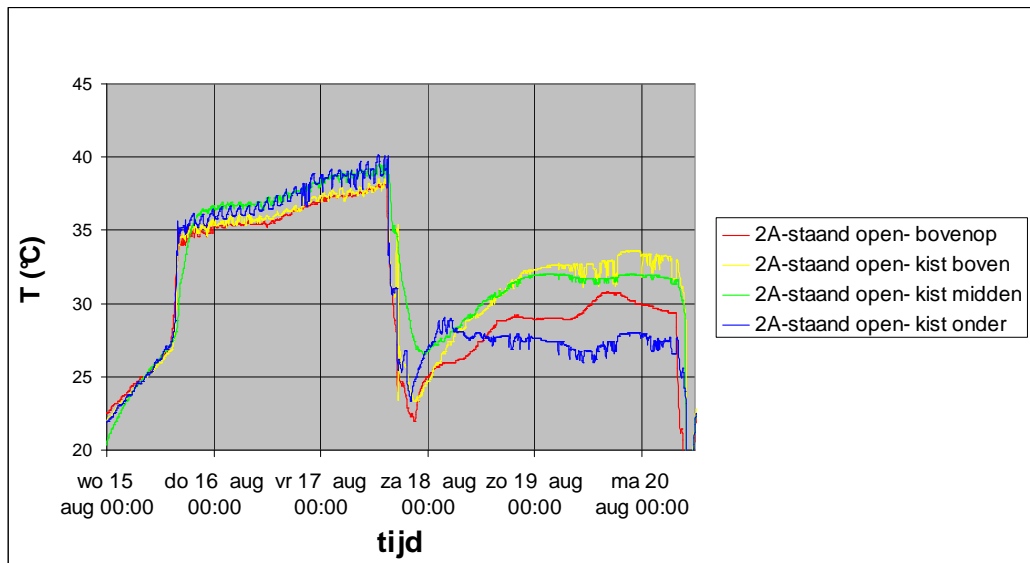
In figuur 3 is af te lezen dat er op verschillende plaatsen in de cel een spreiding in temperatuur werd gemeten van 3-4°C. Uiteindelijk liep de temperatuur op tot 36-39°C. De ingestelde CA-condities werden snel bereikt en goed gehandhaafd. Na afloop van het CA-experiment is de temperatuur met buitenlucht verlaagd. In de verschillende verpakkingsvarianten werden andere temperaturen gemeten. Tijdens de beoordeling van de proef op maandagochtend 20 augustus jl. zijn de escorts uit de kistjes gehaald en uitgelezen (figuur 4). De sproeileiding zat aan de rechterkant van de cel. Daardoor werden de planten rechts veel natter en dan vooral de planten die bovenin de pallet zaten.

### *c. Plantkwaliteit*

De plantkwaliteit is op verschillende plaatsen in de pallet met een rapportcijfer beoordeeld waarbij vooral gelet is op het optreden van verrotting van de (uitgelopen) bladeren, de mate van uitloop en de kwaliteit van de wortels (schimmelvorming). De plantkwaliteit in de originele (dichte) verpakking (4) liep sterk uiteen en was in de meeste gevallen (zeer) slecht: schimmelvorming (vooral onder de eerste laag planten) en verrotting kwamen veelvuldig voor. In deze verpakking was de temperatuur tijdens de beoordeling op maandag 20 augustus '07 in veel gevallen nog > 30°C.



Figuur 3. **Gerealiseerde meetwaarden tijdens opschaling CA-behandeling in praktijkcel bij Ruvoma BV te Montfoort, augustus 2007.**



Figuur 4. **Temperatuur verloop in pallet met rechtopstaande planten in opengeslagen foliezak tijdens praktijktest Ruvoma. AFSG-Wageningen, augustus 2007.**

#### Enkele conclusies

1. Het is in technisch opzicht goed mogelijk gebleken om de juiste temperatuur en CA-condities snel en gelijkmatig in de pallets te realiseren.
2. Regelmatige verdeling van vocht over de cel is een noodzaak.
3. Mechanische koeling is noodzakelijk om na de CA-behandeling de producttemperatuur snel te verlagen.
4. Rechtop plaatsen in de foliezak gaf het beste resultaat voor wat betreft de plantkwaliteit na behandeling. Opgemerkt moet worden dat deze partij het sterkst was. Of de verschillen met de andere verpakkingswijze in de normale behandelingsperiode van februari – maart ook zo groot is moet nader worden gezien.





## 5 Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen

### 5.1 Combinatie middel B met vacuümbehandeling

#### Opzet en uitvoering

Flevoplant BV te Ens heeft goede ervaringen met het snel terugkoelen van plantmateriaal met een vacuümkoeler. Doordat er ook effecten op afdoding van luis werden vastgesteld is er op 18 december 2006 met uiteenlopend, met aardbeimijt geïnfecteerd plantmateriaal, een pilotexperiment uitgevoerd in de vacuümkoeler van Flevoplant. Het behandelde plantmateriaal is afkomstig uit een met aardbeimijt geïnfecteerd trayveld en uit een aangelegd en geïnfecteerd vermeerderingsveld in Vredepeel resp. Lelystad. In 20 minuten is de druk in de vacuümketel teruggebracht naar 5-6 millibar waarbij de planttemperatuur naar ca. 0°C daalde, bij een starttemperatuur van 10-12°C. Na 5 minuten op 5-6 millibar loopt de druk in de vacuümkoeler weer snel op naar de normale waarde. Naast een onbehandeld controle object, zijn de planten na de vacuümbehandeling al dan niet tot afdruipten bespoten met een 0,5% oplossing van acaricide B. Van elke behandeling zijn vervolgens 4 planten opgepot en beoordeeld op plantkwaliteit en overleving van mijten door Berlese extractie.

#### Resultaten

Uit tabel 6 blijkt dat het effect van de vacuümbehandeling zeer grillig is, van geen bestrijding bij de trayplanten tot 95% bij het besmette materiaal uit Lelystad. Toepassing van acaricide B + vacuüm gaf in alle gevallen wel een sterk bestrijdend effect te zien.

Tabel 6. **Resultaten vacuüm-behandeling te Ens in combinatie met een gewasbeschermingsmiddel. Inzet op 18 december 2006, PPO-Lelystad.**

Object	Herkomst		Standcijfer <sup>1)</sup>	%
	planten	Behandeling	27 dec. '06	bestrijding <sup>2)</sup>
1. T1	trayveld	controle	7	0
2. T2	trayveld	vacuüm	7	0
3. T3	trayveld	vacuum + middel B	6	100
4. VP1	Vredepeel	controle	7	0
5. VP2	Vredepeel	vacuüm	7	47
6. VP3	Vredepeel	vacuum + middel B	7	100
7. Le1	Lelystad	controle	6,5	0
8. Le2	Lelystad	vacuüm	6,5	95
9. Le3	Lelystad	vacuum + middel B	7	95

<sup>1)</sup> Gewascijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), beoordeeld op 27 dec. 2006

<sup>2)</sup> Percentage bestrijding t.o.v. controle object, beoordeeld op 8 januari 2007



Foto 12. **Vacuümbehandeling bij Flevoplant BV te Ens.**



Foto 13. **Opgepot behandeld plantmateriaal uit Vredepeel**  
Zie tabel 6 voor objecten, d.d. 2 januari '07

## 5.2 Screening van gewasbeschermingsmiddelen

### Opzet en uitvoering

In combinatie met een CA-behandeling zijn in december 2006, 4 acariciden tegen de aardbeimijt getest. Het bleek toen dat deze CA-behandeling een zodanig negatief effect had op het plantmateriaal, dat de werking van de toegepaste acariciden niet kon worden beoordeeld. Vervolgens zijn deze middelen op 8 januari 2007 in de kas in Lelystad gescreend bij een normale luchtsamenstelling. Op 31 januari 2007 zijn 8 acariciden beproefd. De screening is uitgevoerd bij gemiddeld 20°C met jonge, nog samengevouwen en met aardbeimijt geïnfecteerde blaadjes. De jonge blaadjes zijn een nacht over op filterpapier in een petrischaal gelegd. Het filterpapier werd bevochtigd met 5 ml van een 0,5% oplossing met de verschillende middelen. Ook werden de blaadjes gedurende 1 minuut in een 0,5% oplossing van deze middelen gedompeld en zijn de blaadjes vervolgens in een petrischaal op vochtig filterpapier gelegd. De behandelde blaadjes zijn de volgende ochtend op de Berlese trechters geplaatst en beoordeeld op aanwezigheid van aardbeimijt. Het onderzoek is in duplo uitgevoerd.

### Resultaten

Een beperkt aantal gewasbeschermingsmiddelen gaf bij de telling op 2 februari een werking via het met het middel bevochtigde filterpapier te zien, waarbij middel G met 99% afdoding het hoogst scoorde (tabel 7). Middel B vertoonde via het filterpapier geen werking, na dompelen echter wel met een bestrijding van 93% op 2 februari en dit was op 11 januari 99%.

Tabel 7. **Resultaten screening gewasbeschermingsmiddelen op afdoding aardbeimijt. PPO-AGV Lelystad, jan.-feb. 2007.**

Behandeling	Middel	Behandeling	% bestrijding	
			11 januari '07	2 februari '07
1	A	Via filterpapier	*	0
2	B	Via filterpapier	*	0
3	C	Via filterpapier	*	41
4	Spruzit neu	Via filterpapier	*	0
5	D	Via filterpapier	*	0
6	E	Via filterpapier	*	78
7	G	Via filterpapier	*	99
8	onbehandeld	Via filterpapier	*	0
9	Middel B	Dompelen	99	93
10	Middel E	Dompelen	96	91
11	Middel G	Dompelen	97	92
12	Spruzit neu	Dompelen	*	80
13	H	Dompelen	98	*

\*) behandeling niet uitgevoerd.

## Enkele conclusies

Uit dit onderzoek komt naar voren dat de wijze van toepassing van de gewasbeschermingsmiddelen de effectiviteit sterk kan beïnvloeden. Dompelen blijkt het meeste effect te hebben. De acariciden C, E maar vooral G hebben een grote werking als via het filtreerpapier worden toegediend. Hierbij speelt dampwerking of werking via opname door het blad een rol. Middelen die een goede dampwerking vertonen hebben de voorkeur. Het onderzoek wordt voortgezet, waarbij gezien de perspectieven voor een eventuele derdenuitbreiding in eerste instantie acaricide B voor verder onderzoek in aanmerking komt. Hierbij is vooral de aandacht uitgegaan naar de wijze van toediening.

## 5.3 Wijze van toediening gewasbeschermingsmiddel B

### Opzet en uitvoering

Om de indringing van middel B in het plantmateriaal te verbeteren zijn kistjes met A+ planten (cv. Elsanta) in april 2007 bespoten met een Airtec persluchtdop bij een spuitdruk van 6 bar. Tevens is persluchtondersteuning toegepast, eveneens bij 6 bar. Hiervoor is een speciaal spuitboompje geconstrueerd. Voor de bespuiting zijn de kistjes met plantmateriaal uit de bewaarcel in enkele dagen op een temperatuur van 16-18°C gebracht. Tussen de bundels A+ planten zijn bundels met aardbeimijt besmette planten van verschillende herkomsten geplaatst. De spuitapparatuur is uitgetest met water en perslucht; met de gebruikte Airtec dop bij 6 bar spuitdruk en 6 bar perslucht wordt een fijne druppel geproduceerd. De bespuitingen zijn 5 cm boven de kistjes uitgevoerd om een betere indringing te verkrijgen. Per kistje is na meting van de hoeveelheid spuitvloeistof per tijdseenheid gedurende 15 sec gespoten. Dit komt overeen met 150 ml spuitvloeistof per kistje.



Foto 14. **Bespuiting plantmateriaal onder verhoogde druk en persluchtondersteuning.**



Foto 15. **Detail bespuiting.**

Na behandeling is het plastic dichtgevouwen en zijn de kistjes 1 nacht bij ca. 18°C weggezet. De volgende dag zijn zowel gezonde A+ planten als besmette planten van verschillende herkomsten opgepot en na enkele weken beoordeeld op overleving van mijten. In de meeste gevallen zijn besmette planten ook de dag na de bespuiting gecontroleerd op overleving van mijten via Berlese extractie. In vervollexperimenten in mei tot juli 2007 is het effect van persluchtondersteuning, het gebruik van een bij het middel aanbevolen uitvloeier en de concentratie van het middel bestudeerd. Met middel B zijn achtereenvolgens de volgende experimenten en behandelingen uitgevoerd:

**Exp. 1. Uitvoering 5 april 2007 (2-voud):**

1. onbehandeld
2. water met perslucht 6 bar
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar

**Exp. 2. Uitvoering 19 april 2007 (3-voud):**

4. onbehandeld
5. 0,05% middel B met perslucht 6 bar
6. 0,5% middel B met perslucht 6 bar

**Exp. 3. Uitvoering 10 mei 2007 (3-voud):**

1. Onbehandeld
2. 0,5% middel B met perslucht 6 bar - uitvloeier
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
4. 0,5% middel B zonder perslucht 6 bar – uitvloeier
5. 0,5% middel B zonder perslucht 6 bar + uitvloeier

**Exp. 4. Uitvoering 14 mei 2007 (3-voud):**

1. onbehandeld
2. 0,05% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
4. 1,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
5. 2,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier

**Exp. 5 (herhaling van exp. 4). Uitvoering 14 juni 2007 (3-voud):**

1. onbehandeld
2. 0,05% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
4. 1,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
5. 2,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier

**Resultaten**

In tabel 8 zijn de resultaten van de eerste 2 experimenten vermeld. Bij de bespuiting op 5 april 2007 werd na enkele weken hergroei van de besmette planten (herkomst Lelystad) een afdoding vastgesteld van 98,5% met 0,5% van middel B. Het controle object waar alleen met water werd gespoten liet geen effect zien. De hergroei van het plantmateriaal had niet te lijden van de bespuiting onder verhoogde druk en de persluchtondersteuning. Bij de bespuiting op 19 april gaf een lagere dosering (0,05%) van middel B onvoldoende resultaat. Direct na behandeling op 19 april met 0,5% van middel B werd een hogere afdoding vastgesteld dan enkele weken na het oppotten: herkomst Lelystad 90,6% en herkomst Vredepeel (VP) 87,9%.

Tabel 8. **Afdoding aardbeimijt na bespuiting van plantmateriaal met middel B (spuitdruk 6 bar) met persluchtondersteuning (6 bar). PPO-AGV, mei 2007.**

Objecten exp. 1&2	Datum bespuiting	Afdoding (%)				
		17 april	23 april		16 mei	
		Herkomst Lelystad	Lelystad	VP	Lelystad	VP
1. onbehandeld	5 april	0	*	*	*	*
2. water	5 april	0	*	*	*	*
3. middel B 0,5%	5 april	98,5	*	*	*	*
4. onbehandeld	19 april	*	0	0	0	0
5. middel B 0,05%	19 april	*	30,1	11,9	51,4	40,3
6. middel B 0,5%	19 april	*	98,0	94,6	90,6	87,9

Zowel bij de beoordeling van de afdoding, direct na bespuiting op 10 mei als enkele weken na het oppotten op 1 juni, werden de mijten in het besmette plantmateriaal uit Lelystad het best bestreden (zie tabel 9), met een afdodingspercentage van gemiddeld > 99% in vergelijking met het onbehandelde object. Toepassing van persluchtondersteuning of een uitvloeier verbeterde het resultaat in het besmette materiaal uit Lelystad,

niet of nauwelijks. Dit was wel het geval bij het besmette materiaal uit Vredepeel (VP). Hier gaf persluchtondersteuning en het gebruik van een uitvloeier (object 3) een beter resultaat.

Tabel 9. **Afdoding aardbeimijt na bespuiting van plantmateriaal op 10 mei met 0,5% middel B (spuitdruk 6 bar) met (+) of zonder (-) persluchtondersteuning (6 bar) en met of zonder gebruik van een uitvloeier. PPO-AGV, juni 2007.**

Objecten experiment 3	Afdoding (%)			
	14 mei		1 juni	
	Lelystad	VP	Lelystad	VP
1. onbehandeld	0	0	0	0
2. + perslucht - uitvloeier	99,3	92,3	99,2	96,2
3. + perslucht + uitvloeier	99,2	96,9	98,4	99,7
4. – perslucht - uitvloeier	100	85,4	99,4	92,9
5. – perslucht + uitvloeier	98,5	92,3	99,4	95,7

De afdoding bij experiment 4 was het hoogst bij een dosering van 0,5% middel B, bepaald direct na bespuiting op 18 mei (tabel 10). De resultaten van de telling op 4 juni zijn niet betrouwbaar. In het onbehandelde plantmateriaal werden weinig mijten aangetroffen (max. 8 stuks). Experiment 5 is een herhaling van exp. 4. Bij de eerste telling op 18 juni gaf een dosering van 1% van middel B het beste resultaat. De tweede telling op 13 juli werd de hoogste afdoding bij een dosering van 2% bereikt. De aantasting van de aardbeimijt is duidelijk te zien in het plantmateriaal na oppotten in het onbehandelde object en het object met de laagste dosering van middel B (foto 16 en 17). Bespuitingen vanaf 0,5% geven een duidelijk betere hergroei. Nadelige effecten op het opgepotte, gezonde plantmateriaal konden ook bij de hoogste dosering van 2% niet worden vastgesteld.

Tabel 10. **Afdoding aardbeimijt na bespuiting van plantmateriaal op resp. 14 mei (exp. 4) en 14 juni (exp. 5) met oplopende concentraties van middel B (spuitdruk 6 bar) met persluchtondersteuning (6 bar) en gebruik van een uitvloeier. Besmet plantmateriaal afkomstig van één herkomst (Lelystad). PPO-AGV, juli 2007.**

Objecten exp. 4&5	Afdoding (%)			
	Experiment 4		Experiment 5	
	18 mei	4 juni	18 juni	13 juli
1. onbehandeld	0	0	0	0
2. 0,05% middel B	80,4	87,5	95,7	28,8
3. 0,5% middel B	99,2	79,2	94,5	83,2
4. 1,0% middel B	98,5	79,2	97,8	97,2
5. 2,0% middel B	93,2	87,5	95,7	99,1



Foto 16. **Overzicht behandelde veldjes experiment 5 na bespuiting met middel B.**  
**Op de voorgrond besmet plantmateriaal: van rechts naar links veld 1= 0,05%;**  
**2= onbehandeld; 3= 1,0%; 4= 2,0%; 5= 0,5%. PPO-AGV, 11 juli 2007.**



Foto 17. **Detail opgepot besmet plantmateriaal van experiment 5 na**  
**bespuiting met middel B. Veld 1 = 0,05%; 2 = onbehandeld; 3 = 1%.**  
**PPO-AGV, 11 juli '07.**

### Enkele conclusies

Toepassing van gewasbeschermingsmiddel B heeft bij een goede indringing, perspectief bij behandeling van plantmateriaal dat na bewaring in maximaal enkele dagen wordt geconditioneerd bij 16 - 18 °C. De optimale concentratie van dit middel lijkt te liggen bij 0,5 à 1%. Een bestrijding van 99% is haalbaar bij een optimale toepassing. Hiervoor is het gewenst de voorbehandeling van het plantmateriaal te optimaliseren en de spuittechniek te verbeteren.



## 6 Toetsing behandelingen onder veldomstandigheden

### 6.1 Opzet veldproef

Vanuit de resultaten van de CA-behandelingen en de experimenten met middel B is op 7 juni 2007 op PPO Vredepeel in vier herhalingen een veldproef (vermeerderingsveld) aangelegd met de volgende objecten:

- A. Onbehandeld;
- B. CA-behandeling gedurende 48 uur 35°C bij 50% CO<sub>2</sub> en 15% O<sub>2</sub>;
- C. Acaricide B, dosering 0,5% met uitvloeier bij spuitdruk 6 bar en persluchtondersteuning;
- D. Methylbromide;
- E. CA-behandeling met daarna bespuiting met middel B in een dosering van 0,5%.

De behandelingen zijn van 4-6 juni bij AFSG-Wageningen, Ruvoma B.V. te Montfoort en PPO-AGV te Lelystad met 6 herkomsten plantmateriaal uitgevoerd (tabel 11). Verder zijn met aardbeimijt besmette planten van herkomst Lelystad en Vredepeel aan de behandelingen toegevoegd. De plantherkomsten, vooral SE2 en SE1 materiaal en het besmette plantmateriaal zijn ruimtelijk gescheiden uitgeplant. Per veldje zijn bruto 20 planten handmatig uitgeplant. Het plantmateriaal verschilde sterk van elkaar, hetgeen tot uitdrukking komt in de gemeten rhizoomdiameter.

Tabel 11. **Herkomst plantmateriaal voor veldproef PPO Vredepeel, juni 2007.**

Herkomst	Specificatie	Rhizoomdiameter (mm)
P1	Elsanta A,	11,1
P2	Elsanta SE2,	10,4
P3	Elsanta SE1,	7,4
P4	Sonata SE2,	9,8
P5	Sonata SE1,	8,2
P6	Darselect SE2,	10,2

### 6.2 Resultaten veldproef

In tabel 12 is de stand van het gewas op verschillende tijdstippen na het uitplanten vermeld en is het aantal gevormde ranken per plant vermeld. De rapportcijfers voor de stand c.q. weggroei verschilden in beperkte mate, echter de stand en ook het aantal gevormde ranken per plant was voor de met methylbromide behandelde planten betrouwbaar lager. De objecten met een CA-behandeling kwamen minder snel in bloei.

Tabel 12. **Invloed behandeling op weggroei (stand, uitgedrukt in een rapportcijfer) van de planten en vorming ranken. Veldproef ontsmetting plantmateriaal aardbeimijt. PPO Vredepeel, 2007.**

Object	Behandeling	# ranken/plant			
		Stand 25 juni	Stand 19 juli	Stand 12 nov.	21 aug.
A	onbehandeld	5,7	5,6	6,0	5,5
B	CA-behandeling	5,5	5,5	6,0	5,5
C	acaricide B	5,6	6,1	6,3	5,4
D	MeBr	5,0	4,9	5,2	4,8
E	CA + acaricide B	5,7	5,3	6,0	5,5

Voor wat betreft de plantherkomsten was het fijne SE1 materiaal van herkomst 3 het gevoeligst voor uitval, ook waren er verschillen in stand tussen de herkomsten.



Foto 18. **Overzicht proefveld vermeerdering plantmateriaal na verschillende Behandelingen. Vredepeel, sept. 2007.**



Foto 19. **Uitgeplant besmet plantmateriaal, sept. 2007**

De mate van besmetting van het onbehandelde plantmateriaal (object A) was beperkt tot enkele mijten per plant op het uitplanttijdstip 7 juni. Voordat de populatie zich gaat opbouwen in het onbehandelde object A gaat er enige tijd overheen. Het effect van de verschillende behandelingen op afdoding is vanaf 16 juli goed meetbaar en daarna werden bij een verdere populatie opbouw in object A, niet of nauwelijks mijten aangetroffen in de overige objecten (tabel 13). Vanaf 7 september bleef behandeling C niet geheel vrij van aantasting. Op 11 oktober is het effect van kruisbesmetting zichtbaar. De CA-behandeling en MeBr verschilden in effectiviteit van afdoding niet van elkaar.

Tabel 13. **Invloed behandeling op percentage afdoding aardbeimijt. Veldproef ontsmetting plantmateriaal aardbeimijt. PPO Vredepeel, 2007.**

Object	Behandeling	Afdoding aardbeimijt (%) op:			
		16 juli	20 augustus	7 september	11 oktober
A	onbehandeld	0	0	0	0
B	CA-behandeling	96,9	99,1	99,9	98,8
C	acaricide B	90,6	99,1	92,5	87,4
D	MeBr	93,8	99,1	99,6	98,0
E	CA + acaricide B	90,6	99,7	99,8	97,0

Bij het oprooien op 13 november zijn van de verschillende behandelingen en plantherkomsten de wortelbeelden bestudeerd en vastgelegd. Alle behandelingen bewortelden even goed op de oude wortels die bij het planten aanwezig waren.



Foto 20 a,b,c. **Wortelbeelden herkomst 5 van behandelingen A = onbehandeld (links), B = CA (midden) en D = MeBr (rechts). PPO Vredepeel, november 2007.**



## 7 Fase IV: Praktijktoepassing CA-warmtebehandeling

### 7.1 Experiment 1: Voorbehandeling plantmateriaal

#### Opzet en uitvoering

In de eerste praktijkproef is de terugloop van de vitaliteit van het plantmateriaal na CA-behandeling bestudeerd door in het voortraject naar de CA-warmtebehandeling gedurende 24 uur verschillende snelheden van opwarming van het plantmateriaal naar 35 °C te realiseren. Hiervoor zijn van 6 plantenkwekers 2 herkomsten Sonata en 4 herkomsten Elsanta betrokken, steeds sortering A van planttype SE2. Na de CA-behandeling van het plantmateriaal bij Ruvoma BV te Montfoort (foto 21) zijn per herkomst en ras 5 planten opgepot en beoordeeld. Tevens zijn besmette planten beoordeeld op afdoding van de aardbeimijt, direct na CA-behandeling en op enkele tijdstippen na het oppotten. Een deel van het gezonde en het besmette plantmateriaal is na CA-behandeling weer ingekoeld tot -1 °C en 4 weken later opgepot om na te gaan of zonder onaanvaardbaar verlies aan vitaliteit nabewaring alvorens uit te planten, mogelijk is.



Foto 21. CA-warmtebehandeling bij Ruvoma BV te Montfoort, 8-10 januari 2008.

#### Resultaten

Uit de in tabel 14 vermelde resultaten van afdoding blijkt dat CA-behandeling zeer effectief is. Alleen direct na CA-behandeling werd na Berlese extractie op 14 januari in de objecten C en H een enkele mijt gevonden, deze waren echter niet actief. Populatie opbouw deed zich na het oppotten niet voor en bleek de afdoding volledig te zijn geweest. Bij object A (controle -1 °C) gaat de populatie opbouw wat trager in vergelijking met het in de schuur bij 10-15 °C opgeslagen plantmateriaal wat resulteert in een lager aantal getelde mijten na Berlese extractie op 28 januari en 18 februari.

Tabel 14. Bestrijding aardbeimijt in besmet plantmateriaal, experiment 1, 1<sup>e</sup> oppotdatum 11 januari 2008.

Obj.	T (°C) bij aanvang	tijd (u) opwarmen	T (°C) tijdens opwarmen	% CO <sub>2</sub>	% bestrijding 14 jan.	% bestrijding 28 jan.	% bestrijding 18 feb.
A	-1	nvt	Nvt	geen CA -1 °C	88	90	43
B	3	24	schuur 10-15	geen CA 10-15 °C	0	0	0
C	3	24	schuur 10-15	50	94	100	100
D	3	24	geleidelijk naar 35	50	100	100	100
E	3	24	idem D + belichting	50	100	100	100
G	3	12	halverwege naar 35	50	100	100	100
H	3	3	zeer snel naar 35	50	88	100	100

Na 4 weken nabewaring bij -1 °C zijn besmette planten nogmaals opgepot en is de afdoding nagegaan op 18 februari en 6 maart (tabel 15). Op 18 februari werden in enkele CA-behandelingen een beperkt aantal niet actieve mijten aangetroffen. Populatie opbouw deed zich echter niet voor en op 6 maart was de bestrijding in alle CA-objecten 100 %.

Tabel 15. **Bestrijding aardbeimijt in besmet plantmateriaal, experiment 1, 2<sup>e</sup> oppotdatum 6 februari 2008.**

Obj.	T (°C) bij aanvang	tijd (u) opwarmen	T (°C) tijdens opwarmen	% CO <sub>2</sub>	% bestrijding 18 feb.	% bestrijding 6 mrt.
A	-1	nvt	nvt	geen CA -1 °C	85	22
B	3	24	schuur 10-15	geen CA 10-15 °C	0	0
C	3	24	schuur 10-15	50	100	100
D	3	24	geleidelijk naar 35	50	100	100
E	3	24	idem D + belichting	50	88	100
G	3	12	halverwege naar 35	50	100	100
H	3	3	zeer snel naar 35	50	96	100

Uit de beoordelingen van het plantmateriaal na het oppotten komt naar voren dat er bij de 1<sup>e</sup> oppotdatum tussen de objecten nauwelijks significante verschillen waren (tabel 16). Bij de tweede oppotdatum werd in enkele gevallen een wat tragere weggroei van de CA-behandeling waargenomen.

Tabel 16. **Invloed CA-warmtebehandeling op de vitaliteit van het plantmateriaal, gemiddeld over 6 herkomsten (4 Elsanta en 2 Sonata) na het oppotten. A & B onbehandeld; C t/m H zijn CA-behandelingen met diverse opwarmtrajecten van de planten (zie tabel 15 voor legenda). Opschalingsexperiment 1, januari-maart 2008.**

Obj.	eerste proef 1e oppotdatum				eerste proef 2e oppotdatum		
	18-jan	25-jan	7-feb		26-feb		6-mrt
	stand <sup>1)</sup>	stand	# blad <sup>2)</sup>	stand	# blad	stand	stand
A	7,0	6,9	3,1	7,1	2,3	7,3	7,3
B	7,0	7,0	3,3	7,1	2,2	7,0	7,1
C	6,9	6,9	3,4	7,1	2,8	6,7	7,0
D	6,5	6,5	3,3	7,1	2,6	6,6	6,8
E	6,9	7,0	3,5	7,1	2,6	6,8	7,1
G	6,7	6,8	3,3	7,1	2,7	6,9	7,1
H	6,8	6,7	3,1	7,1	2,6	6,6	6,7
LSD	0,2	-	-	-	0,3	0,3	0,3

<sup>1)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

<sup>2)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

In tabel 17 zijn de resultaten per herkomst (plantenkweker) vermeld. Vooral bij de 2<sup>e</sup> oppotdatum komen tussen de herkomsten kleine verschillen naar voren, de herkomsten 3 en 4 hadden een iets mindere stand.

Tabel 17. **Invloed van de herkomst van het plantmateriaal op de vitaliteit na oppotten, gemiddeld over alle behandelingen. Opschalingsexperiment 1, januari-maart 2008.**

Herkomst	eerste proef 1e oppotdatum				eerste proef 2e oppotdatum		
	18-jan	25-jan	7-feb		26-feb		6-mrt
	stand <sup>1)</sup>	stand	# blad <sup>2)</sup>	stand	# blad	stand	stand
1	6,9	7,0	3,2	7,1	2,9	7,2	7,2
2	6,8	6,9	3,3	7,0	2,1	6,9	7,1
3	7,0	6,8	3,3	7,0	2,4	6,5	6,8
4	6,8	6,7	3,2	7,0	2,5	6,6	6,8
5	6,8	6,7	3,3	7,0	2,6	6,8	7,0
6	6,8	6,8	3,3	7,1	2,7	7,1	7,1
LSD	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3

<sup>1)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

<sup>2)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

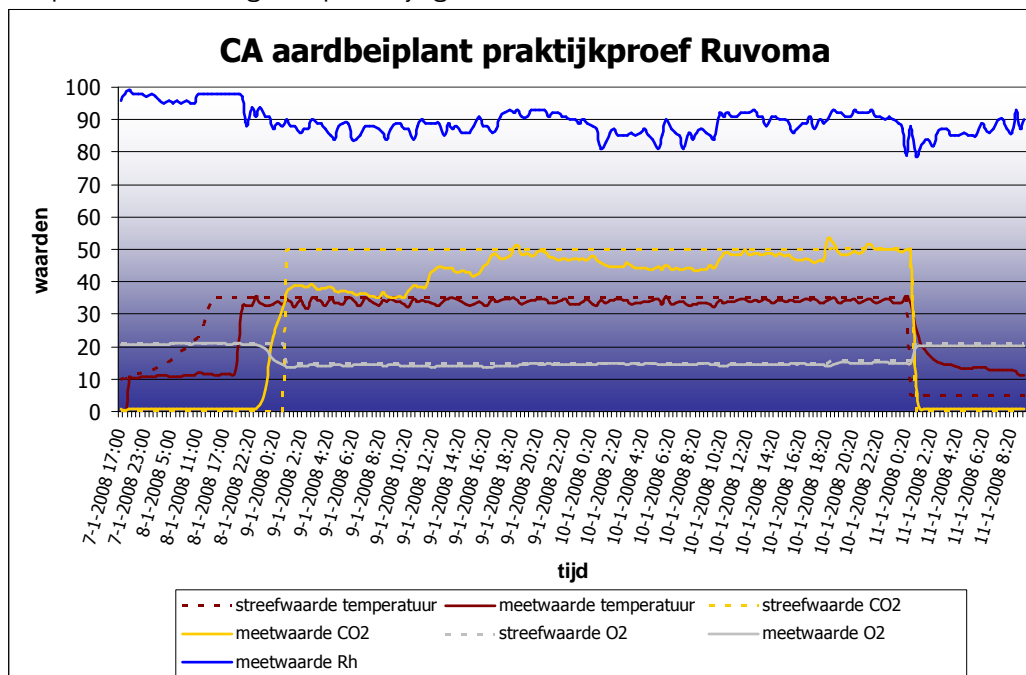
Bij een beoordeling van het plantmateriaal door de gewasgroep Aardbei van Plantum NL op 29 januari 2008, bleken de verschillen in stand tussen de objecten zeer beperkt en vooral te worden veroorzaakt door grote verschillen in plantsortering binnen de partijen (foto 22 & 23).



Foto 22. Beoordeling plantmateriaal op 29 januari 2008 na CA-warmtebehandeling. Vlnr. object A t/m H. PPO-AGV Lelystad

Foto 23. Overzicht 6 herkomsten plantmateriaal, per herkomst de objecten A t/m H (van voor naar achter).

In figuur 5 is het verloop van de CA-condities, temperatuur en RV tijdens de CA-behandeling weergegeven. De CO<sub>2</sub> concentratie was in het begin wat lager dan de streefwaarde van 50 %. In de cel was 24 uur voorafgaand aan de CA-behandeling een geleidelijk traject van opwarming naar 35 °C ingepland. Om een verschil in opwarmingssnelheid te realiseren zijn op verschillende tijdstippen partijtjes planten in de cel bijgeplaatst. Vanwege een defecte sensor is het proces echter later gestart, waardoor de verschillen tussen de opwarmbehandelingen beperkt zijn gebleven.



Figuur 5. Gerealiseerde meetwaarden tijdens CA-behandeling in praktijkcel bij Ruvoma BV te Montfoort, experiment 1 fase IV, 8-10 januari 2008.

## 7.2 Experiment 2: CA-warmtebehandeling in vergelijking met MeBr

### Opzet en uitvoering

Door een 13-tal plantenkwekers werden in februari 2008 15 partijtjes (vooral Elsanta, Sonata en Darselect) van circa 32 kistjes plantmateriaal naar keuze aangeleverd bij Ruvoma BV te Montfoort. Doel van deze praktijkproef was aan te tonen dat een CA-warmtebehandeling een goed alternatief is voor methylbromide. Met een proefonthefing zijn van elke partij 4 kistjes met MeBr begast, 24 kistjes kregen in de periode 12-14 februari de CA-warmtebehandeling en 4 kistjes bleven onbehandeld. Van 5 herkomsten werd 1 kistje gedurende de CA-behandeling belicht met ledlampen om de eventuele uitloop te beperken (foto 24). Voor en na behandeling zijn door PPO-AGV monsters getrokken en is het plantmateriaal direct of na 4 weken nabewaring bij -1 °C in de kas opgepot. Op 15 februari zijn de partijtjes weer opgehaald en na korte of langere tijd bewaring door de plantenkwekers op een geschikt moment buiten op het veld uitgeplant. In juni-juli zijn door PPO-AGV een groot aantal percelen bezocht en zijn de resultaten met de betreffende plantenkweker besproken in relatie tot de resultaten van de opgepotte planten in de kas.

### Resultaten

#### a. Kasproeven

Van behandelde, met aardbeimijt besmette planten zijn in tabel 18 de afdodingspercentages vermeld. Direct na behandeling was de afdoding op 18 februari van zowel de CA- als MeBr behandeling volledig. Na enkele weken hergroei werd eveneens een vrijwel volledige afdoding bereikt. Bij de tweede oppotdatum van 11 maart werd op 7 april een afdoding van 98,5 % bereikt na MeBr behandeling en bijna 100 % na CA-behandeling (tabel 18).

Tabel 18. **Bestrijding aardbeimijt in besmet plantmateriaal, experiment 2, februari 2008.**

Object	Behandeling	% bestrijding		
		Eerste oppotdatum: 15 feb.		Tweede oppotdatum: 11 mrt.
		18 febr	6 mrt	7 april
A	Onbehandeld -1 °C	28	0	0
B	Onbehandeld, 10-15°C	0	0	0
C	Methylbromide	100	100	98,5
D	CA	100	99,5	99,5
E	CA + led belichting	100	100	99,8

Na het oppotten is het plantmateriaal op enkele tijdstippen beoordeeld. Gemiddeld over alle plantherkomsten werd na CA-behandeling een wat tragere weggroei waargenomen wat zich vertaalt in een iets lager beoordelingscijfer voor de stand, vooral bij de 2<sup>e</sup> oppotdatum (tabel 19). Na CA-behandeling kwamen de planten ook wat trager in bloei. De verschillen tussen de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> oppotdatum waren beperkt, voor de CA-objecten werd gemiddeld een iets grotere achteruitgang in vitaliteit vastgesteld. Een effect van belichting tijdens de CA-behandeling was niet aanwezig.

Tabel 19. **Plantbeoordeling per object als gemiddelde over alle herkomsten. Experiment 2, februari 2008.**

Obj.	Behandeling	eerste oppotdatum: 15 feb.				tweede oppotdatum: 11 mrt.			
		26-feb		6-mrt		21-mrt		8-apr	
		# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>	# blad	stand	# blad	stand	# blad	stand
A	Onbehandeld -1 °C	1,9	6,9	3,1	7,2	2,2	6,5	4,2	7,3
B	Onbehandeld 15°C	2,0	7,0	3,3	7,3	2,1	7,0	4,3	7,4
C	Methylbromide	2,0	7,0	3,2	7,3	2,0	6,7	4,2	7,0
D	CA	2,1	6,9	3,2	7,0	2,2	6,3	4,4	6,6
E	CA + ledbelichting	2,0	6,8	3,1	6,9	2,3	6,1	4,1	6,2
LSD					0,3		0,5		0,4

<sup>1)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

<sup>2)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

In tabel 20 zijn de resultaten per herkomst (plantenkweker) vermeld. Enkele herkomsten (2, 5 en 15) scoren gemiddeld over de behandelingen wat lager. Herkomst 14 betrof een oriënterende proef met ontsmetting van wachtbedplanten, de resultaten hiervan worden elders vermeld. Bij de 2<sup>e</sup> oppotdatum zijn de standcijfers een fractie lager, het verlies aan vitaliteit na 4 weken terugkoeling was zeer beperkt. Bij enkele herkomsten was de achteruitgang in vitaliteit wat sterker na CA-behandeling (tabel 1a-b, bijlage 1). Omdat de plantgrootte invloed kan hebben, is tevens de rhizoomdiameter van de behandelingen B, C en D gemeten.



Foto 24. Belichting met leds tijdens CA-behandeling exp.2.



Foto 25. Vrnl. de objecten A (onbehandeld -1 °C), B (onbehandeld 15 °C), C (MeBr) en D (CA-behandeling). Herkomst 4, 2<sup>e</sup> oppotdatum exp. 2, 17 april 2008.

Tabel 20. Invloed van de herkomst van het plantmateriaal op de vitaliteit na oppotten, per herkomst gemiddeld over alle behandelingen. Opschalingsexperiment 2, februari-april 2008.

Herkomst	eerste oppotdatum: 15 feb.				tweede oppotdatum: 11 mrt.			
	26-feb		6-mrt		21-mrt		8-apr	
	# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>	# blad	stand	# blad	stand	# blad	stand
1	2,2	7,1	3,8	7,5	2,4	7,3	5,0	7,4
2	1,7	6,4	2,9	6,6	2,1	6,4	3,8	6,7
3	2,0	6,8	3,2	7,2	2,2	6,9	4,1	7,3
4	2,1	7,1	3,1	7,3	2,0	6,4	4,2	6,9
5	1,9	6,8	2,8	6,9	2,1	5,9	3,9	6,2
6	2,5	7,4	3,9	7,7	2,4	7,0	5,1	7,6
7	2,0	7,0	3,3	7,5	2,5	6,5	4,4	7,2
8	2,0	6,7	3,2	7,2	2,1	6,5	3,9	6,8
9	1,8	7,1	3,0	7,3	2,0	6,9	4,5	7,2
10	2,0	7,1	3,1	7,3	2,1	7,3	4,1	7,3
11	1,8	6,8	2,9	7,0	1,8	6,2	3,8	6,7
12	2,0	6,8	3,3	7,1	2,1	6,3	4,0	6,8
13	1,8	6,7	3,0	7,0	2,0	6,3	4,1	7,0
15	1,7	6,2	2,7	6,5	1,8	6,3	3,6	6,5
16	2,3	7,3	3,7	7,4	2,7	7,3	5,3	7,2
LSD	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,5	0,6

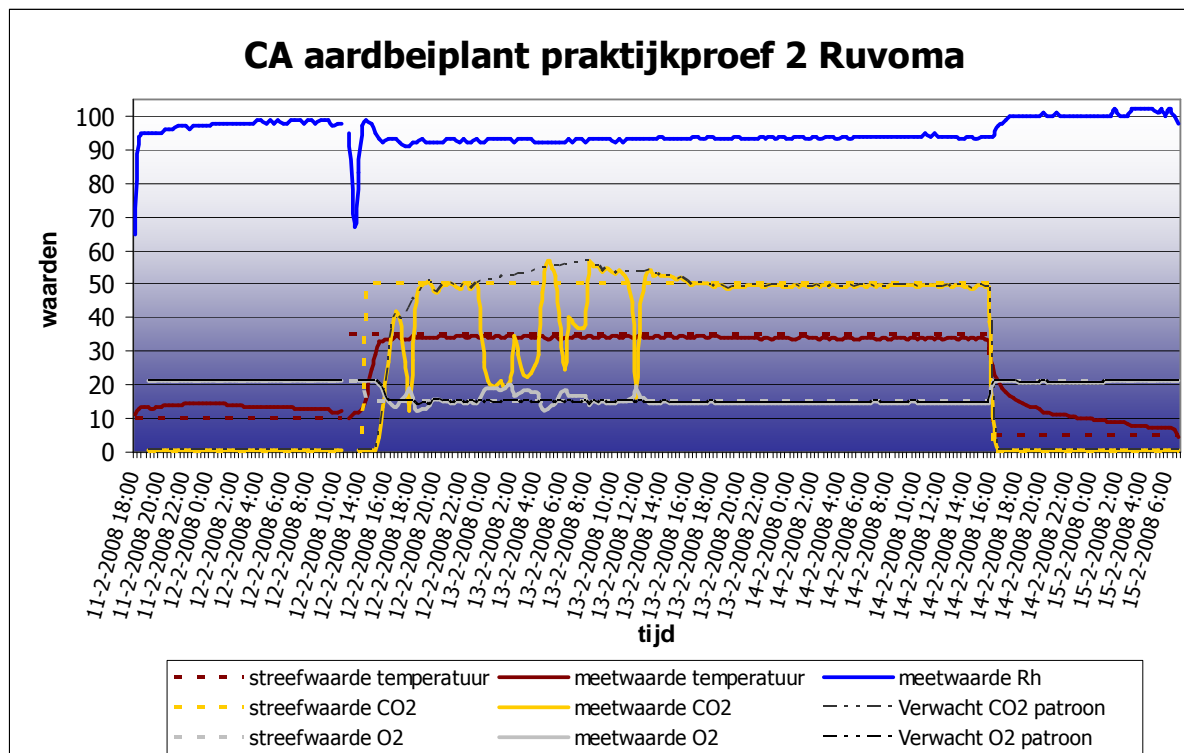
<sup>1)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

<sup>2)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

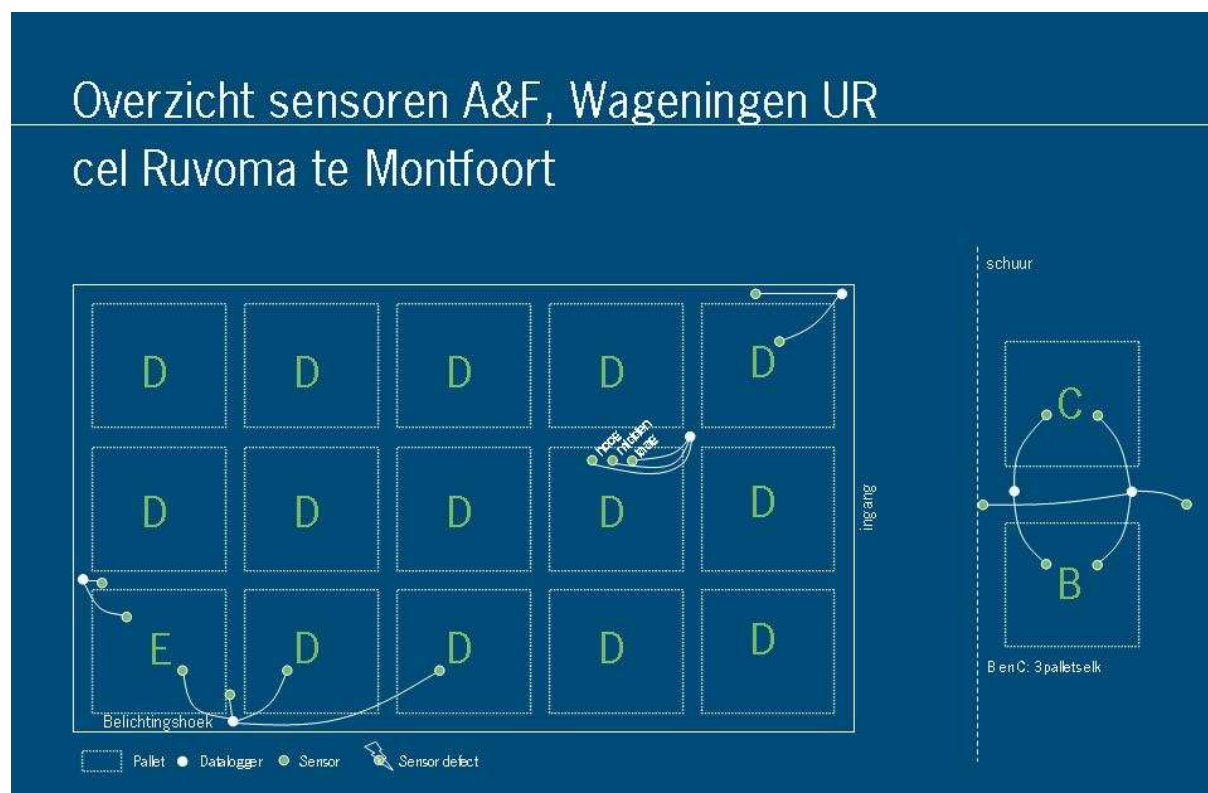
#### b. CA-condities, temperatuur en RV

De gerealiseerde CA-condities zijn vermeld in figuur 6. Tijdens de eerste fase van de CA-behandeling bleek er een storing te zijn opgetreden in de CO<sub>2</sub>-meting. Na verwijdering van een filter in de meetleiding werd dit probleem verholpen. Met escorts zijn temperaturen in het plantmateriaal tijdens de verschillende behandelingen gemeten (figuur 7). De meetwaarden van de escorts kwamen goed overeen met de temperatuurregistratie in de CA-cel (figuur 8). Binnen een tijdsbestek van 3 uur werden de planten opgewarmd van circa 12 °C naar 35 °C.



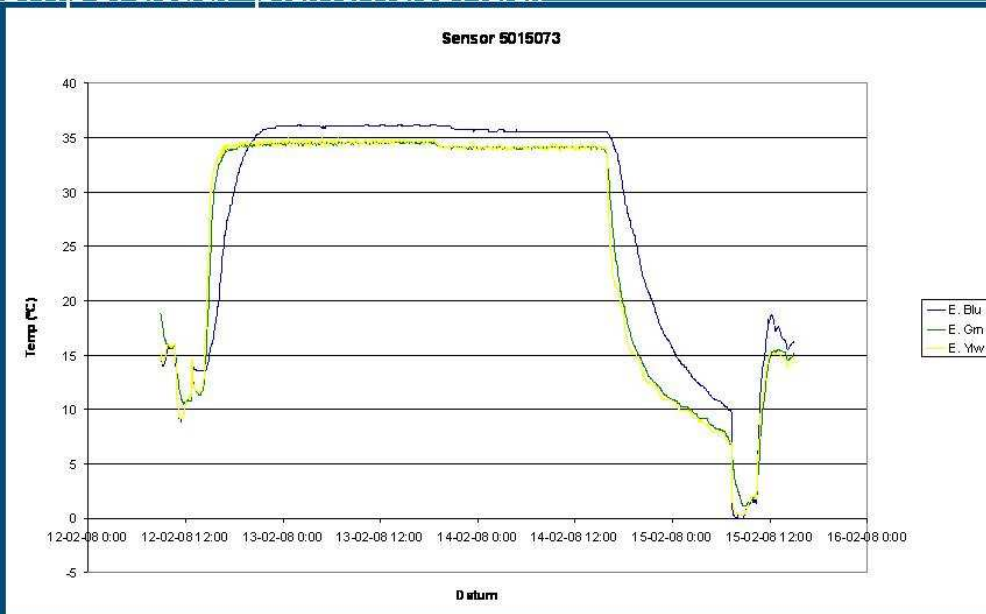


**Figuur 6. Overzicht meetwaarden tijdens CA-behandeling experiment 2, fase IV. 12-14 februari 2008.**



**Figuur 7. Overzicht ingebrachte escorts tussen het plantmateriaal tijdens de verschillende behandelingen van exp. 2 fase IV, februari 2008.**

## Temperatuur plantmateriaal



Figuur 8. Temperatuurverloop in het plantmateriaal tijdens CA-behandeling exp. 2 fase IV, februari 2008.

## 7.3 Experiment 3: Terugkoelstrategie na CA-warmtebehandeling

### Opzet en uitvoering

Naast de snelheid van opwarming van het plantmateriaal kan de wijze van conditionering na afloop van de CA-behandeling invloed hebben op de vitaliteit van de planten en de periode van nabewaring. Besloten werd om dit aspect tijdens het derde opschalingsexperiment te bestuderen. Van 4 plantenkwekers werden 6 herkomsten cq. rassen plantmateriaal verkregen. Per partij werden tot 6 pallets à maximaal 40 kistjes planten aangeleverd, zonder folie en rechtopstaand in de kistjes. Voorafgaand aan de CA-behandeling werden de kistjes planten met de slang bevochtigd. Na CA-behandeling in de periode van 18-20 maart, werden de partijen snel teruggekoeld door middel van vacuümkoeling, een nacht over mechanisch gekoeld of met buitenlucht teruggekoeld tot ca. 10 °C. Monsters plantmateriaal uit elke partij, genomen voor en na behandeling, zijn direct of na 4 weken nabewaring bij -1 °C opgepot in de kas. Door de plantenkwekers is het plantmateriaal op 21 maart opgehaald en na kortere of langere tijd op het veld uitgeplant.



Foto 26. Overzicht CA-behandeling Ruvoma BV.



Foto 27. Vacuümbehandeling bij Flevoplant BV, 20 maart 2008. Exp. 3, fase IV, 18-20 maart 2008.

## Resultaten

### a. Kasproeven

De afdoening in het met aardbeimijt besmette materiaal direct na CA-behandeling was bij alle afkoelvarianten volledig. Na het oppotten en hergroei van de planten werd geen populatie opbouw waargenomen bij de bepaling van het aantal mijten op 11 april (1<sup>e</sup> oppotdatum) en 26 mei (2<sup>e</sup> oppotdatum). Door een mogelijke kruisbesmetting wordt soms in de CA-behandelingen een enkele aardbeimijt aangetroffen.

Tabel 21. **Bestrijding aardbeimijt in besmet plantmateriaal, experiment 3, maart 2008.**

Object	Behandeling	% bestrijding		
		Eerste oppotdatum: 21 mrt.		Tweede oppotdatum: 22 april
		25 mrt.	11 april	26 mei
A	Onbehandeld, 10-15°C	0	0	0
B	CA buitenlucht	100	98,8	97,7
C	CA vacuüm	100	97,9	99,8
D	CA mechanisch	100	100	99,2

Voor wat betreft de vitaliteit van het plantmateriaal na het oppotten blijkt de afkoelstrategie geen effect te hebben (tabel 22). Na CA-behandeling is de hergroei iets trager en komen de planten later in bloei. Het weer invriezen van het plantmateriaal tot -1 °C, heeft geen nadelig effect.

Tabel 22. **Plantbeoordeling per object als gemiddelde over alle 6 herkomsten. Experiment 3, maart 2008.**

Obj.	Behandeling	1e oppot: beoord. op 7 april		2e oppot: beoord. op 23 mei	
		# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>	# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>
A	Onbehandeld, 10-15°C	3,1	7,3	5,2	7,6
B	CA buitenlucht	3,4	7,0	5,4	7,1
C	CA vacuüm	3,5	7,1	5,2	6,8
D	CA mechanisch	3,3	6,8	5,3	7,0
LSD		0,3		0,4	

<sup>1)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

<sup>2)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

De verschillen in plantkwaliteit tussen de verschillende herkomsten bleven zeer beperkt (tabel 23). In bijlage 1 (tabel 2) zijn per herkomst de resultaten per behandeling vermeld.

Tabel 23. **Plantbeoordeling per herkomst als gemiddelde over alle behandelingen. Experiment 3, maart 2008.**

Herkomst	1e oppot: stand op 7 april		2e oppot: stand op 23 mei	
	# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>	# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>
1	3,6	6,7	5,2	6,7
2.1	3,1	7,5	5,4	7,4
2.2	3,3	7,1	5,3	7,3
3	3,7	7,1	4,7	6,9
4	3,3	7,0	6,2	7,3
5	2,8	7,0	5,1	7,4
LSD	0,4	0,4	0,6	0,6

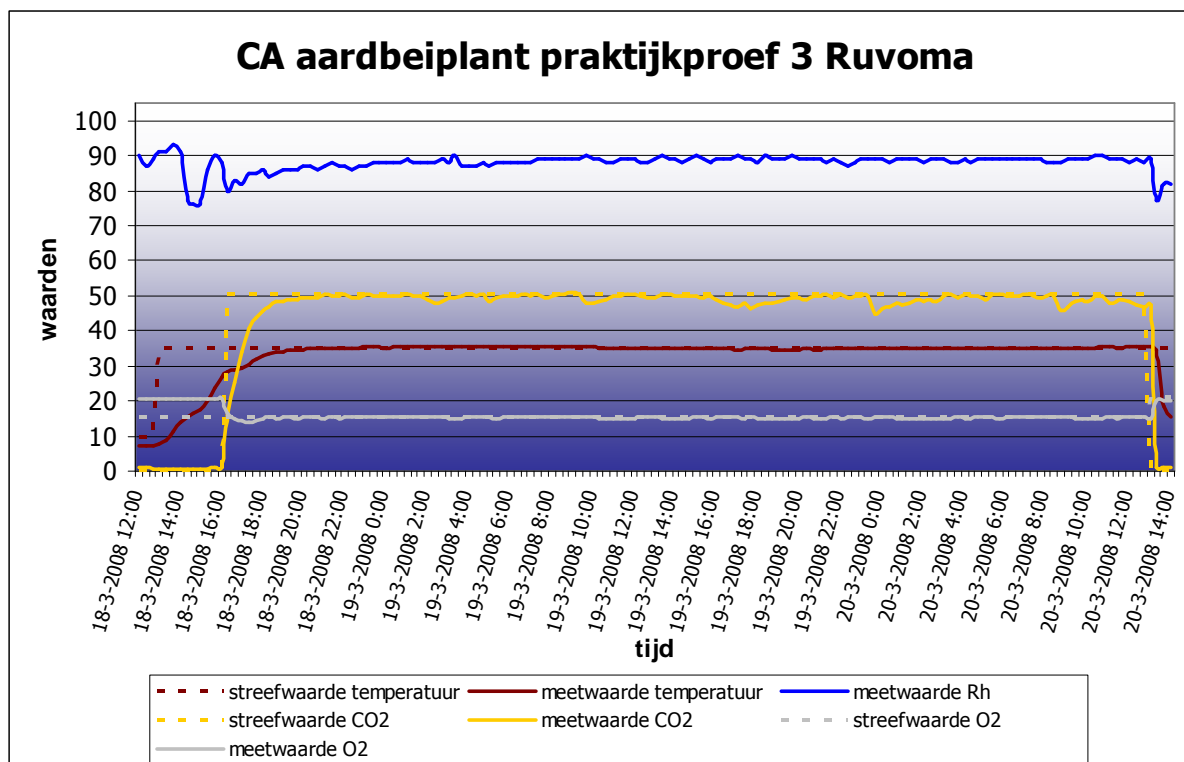
<sup>1)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

<sup>2)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

### b. CA-condities, temperatuur en RV

In figuur 9 zijn de gemeten CA-condities en celtemperaturen vermeld. Er deden zich geen bijzonderheden voor, de streefwaarden werden snel bereikt en goed gehandhaafd.

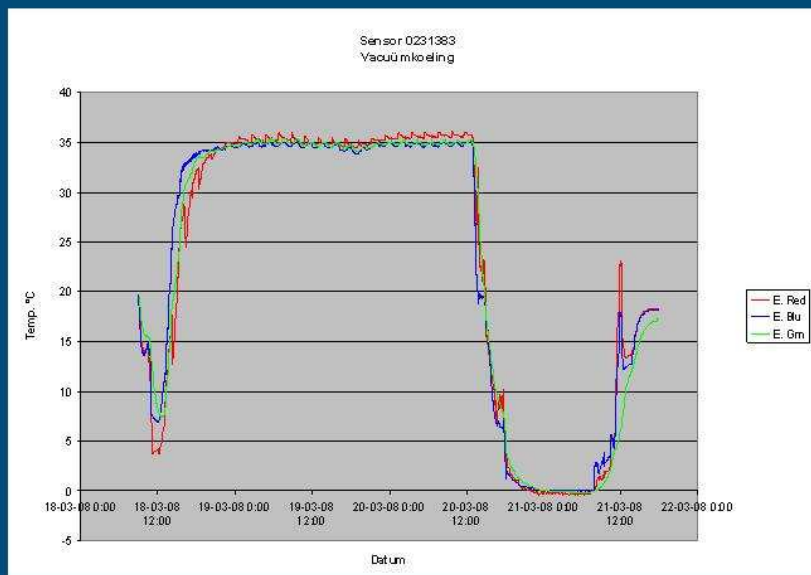




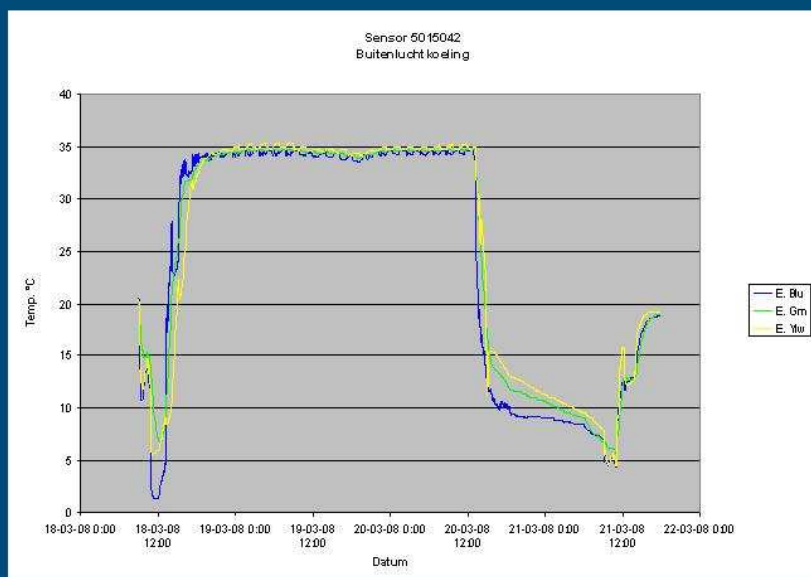
**Figuur 9. Streef- en meetwaarden tijdens CA-warmtebehandeling, experiment 3, 18-20 maart 2008. Ruvoma BV Montfoort.**

Na het uitlezen van de ingebrachte escorts is duidelijk te zien dat direct na het openen van de CA-cel er binnen enkele uren een snelle temperatuurval tot 15 °C plaatsvindt. Vervolgens gaat de verdere terugkoeling aanzienlijk sneller bij vacuümkoeling dan met buitenlucht (figuur 10).

# Vacuümkoeling



# Buitenlucht



**Figuur 10. Temperatuurverloop tijdens CA-behandeling van het plantmateriaal gevolg door vacuümkoeling of koeling met buitenlucht. Experiment 3, fase IV, 18-21 maart 2008.**

## 7.4 Opwarming en afkoeling plantmateriaal

### Opzet en uitvoering

De opwarming tot en afkoeling vanaf 35°C zijn deels bekeken in eerdere proeven in fase IV maar gaven niet de gewenste resultaten door tijdelijk niet naar behoren functioneren van de apparatuur van de cel van Ruvoma en door buitentemperaturen die afweken van de gewenste temperaturen. In dit experiment zijn zowel de snelheid van opwarming als verschillende afkoelstrategieën van het plantmateriaal gecombineerd. Zowel opwarming in verschillende snelheden, de CA behandeling zelf, als de simulatie van verschillende manieren om de aardbeiplanten snel naar de gewenste lage uitgangstemperatuur te krijgen kunnen relatief eenvoudig met het CA doorstroomsysteem van A&F worden bekeken. In dit experiment is plantmateriaal afkomstig van 2 herkomsten betrokken. De temperatuur van het uitgangsmateriaal is bij aanvang van het experiment circa 15°C (simulatie schuurtemperatuur). Na afloop van het experiment is een controle op afdoding van mijten niet direct nodig omdat vele eerdere experimenten hebben laten zien dat de gebruikte CA methode afdoende werkt. Wel zijn de planten bij PPO Lelystad uitgeplant om de vitaliteit te kunnen beoordelen.

Opwarmingsnelheden:

1. opwarming in 24 uur ( $\delta T = 0.83^\circ\text{C}/\text{uur}$ )
2. opwarming in 12 uur ( $\delta T = 1.3^\circ\text{C}/\text{uur}$ )
3. opwarming in 3 uur ( $\delta T = 6.7^\circ\text{C}/\text{uur}$ )

Materiaal in deze drie cellen is daarna op 35°C, 15% O<sub>2</sub> en 50% CO<sub>2</sub> voor 48 uur wordt gehouden. Daarna is het materiaal uitgesplitst in drie cellen die de volgende afkoelingstrajecten simuleren:

4. Simulatie vacuümkoeling
5. Simulatie koeling met koude (nacht)buitenlucht tot 10°C.
6. Simulatie getrapt koelen: eerst van 35°C snel naar 20°C en dan langzaam van 20°C naar 10°C (buitenluchttemperatuur).

### *Lichtbehandeling*

In eerdere experimenten van fase IV is een lichtbehandeling ingebouwd. De idee daarachter is dat door de gebruikte hoge temperatuur van 35°C de scheuten van de aardbeiplanten snel kunnen uitlopen wat zal leiden tot etiolering. Omdat deze scheuten verzwakt zijn mag een verlaagde vitaliteit van de planten worden verwacht wat zich kan uiten in het niet goed aanslaan van de planten na het uitplanten. De planten in de voorgaande experimenten van fase IV liepen nauwelijks uit waardoor de echte noodzaak tot belichting ontbrak. Echter, plantmateriaal dat in augustus vorig jaar 2007 met CA behandeld is liet wel een dergelijke etiolering zien. Hieruit ontstaat het vermoeden dat een lichtbehandeling vooral zin heeft aan het einde van het seizoen, zijnde mei, juni. In een exsiccator met dezelfde CA-condities zijn planten onder TL-belichting behandeld met TL-kleurcode 840, 50 cm boven de planten (figuur 11).

Alle hierboven genoemde behandelingen zijn na het ontdooien van het plantmateriaal uitgevoerd in de week van maandag 30 juni tot vrijdag 4 juli 2008, vervolgens zijn de planten direct daarna in 4-voud opgepot met 10 planten per behandeling. Tevens is bij herkomst 1 nog één behandeling toegevoegd: het ontbladeren van het plantmateriaal, voorafgaand aan de verschillende opwarm- en afkoelbehandelingen. Veel blad tijdens de CA-behandeling zou mogelijk leiden tot een hogere ademhaling en daarmee tot een extra verzwakking van de plant.

## Experiment 4, fase IV

- Opwarming en afkoeling
- Belichting tijdens CA

Doorstroomsysteem AFSG



**Figuur 11.** Overzicht toegepaste methodiek bij exp. 4, fase IV. Gebruikte containers voor de CA-behandeling met op de voorgrond een exsiccator t.b.v. de belichting. AFSG-Wageningen juli '08.

### Resultaten

In tabel 24 zijn de resultaten van de kasproef vermeld. CA-behandeling leidde in vergelijking met onbehandeld tot vermindering van de plantkwaliteit. Er bleek tussen de herkomsten een groot verschil in plantkwaliteit te bestaan. Herkomst 1 scoorde in alle gevallen na CA-behandeling nog voldoende, herkomst 2 scoorde, mede vanwege uitval in vrijwel alle gevallen, een onvoldoende. Hoewel de verschillen tussen de opwarmbehandelingen beperkt zijn, worden wat betere resultaten behaald met een snellere opwarmtijd van 3 tot 12 uur. Voor wat betreft de afkoelregiems zijn er geen verschillen aantoonbaar. Het belichte object blijkt een hoger standcijfer te hebben in vergelijking met niet belichten. Het ontbladeren van herkomst 1 leidde niet tot afwijkende resultaten.

Tabel 24. Invloed van de snelheid van opwarming en afkoeling van plantmateriaal van 2 herkomsten op de plantkwaliteit bij een CA-warmtebehandeling. Exp. 4, fase IV, opgepot op 4 juli 2008.

Herkomst	Obj.	Opwarming (uur)	Koeling	Stand 15 juli	# Blad 22 juli	Stand 22 juli	Stand 29 juli
1	A	24	Controle 15 °C	7,8	4,2	8,0	7,8
1	B	24	Vacuum	6,1	3,9	6,0	6,5
1	C	24	Buitenlucht	6,5	4,2	6,8	7,0
1	D	24	Mechanisch	5,3	4,0	5,8	5,8
1	E	12	Vacuum	6,1	4,0	6,0	6,3
1	G	12	Buitenlucht	7,0	4,4	6,5	7,0
1	H	12	Mechanisch	6,0	4,1	5,8	5,8
1	I	3	Vacuum	7,0	4,0	6,3	6,5
1	K	3	Buitenlucht	6,1	4,0	6,3	6,3
1	L	3	Mechanisch	6,6	3,7	6,0	6,0
1	M	12 + TL	Mechanisch	7,5	4,4	7,3	7,5
1	N	12 ontbladerd	Mechanisch	6,8	4,2	6,5	6,8
2	A	24	Controle 15 C	7,5	3,4	7,8	7,5
2	B	24	Vacuum	4,0	2,9	3,5	3,5
2	C	24	Buitenlucht	4,1	2,5	4,0	4,3
2	D	24	Mechanisch	3,5	2,6	3,8	3,8
2	E	12	Vacuum	4,6	2,6	4,0	4,3
2	G	12	Buitenlucht	4,1	2,6	4,0	4,3
2	H	12	Mechanisch	6,0	3,2	5,3	5,3
2	I	3	Vacuum	3,9	2,5	3,5	3,5
2	K	3	Buitenlucht	3,8	2,2	3,5	3,3
2	L	3	Mechanisch	3,6	2,3	4,0	4,0
2	M	12 + TL	Mechanisch	6,0	3,4	5,5	5,5



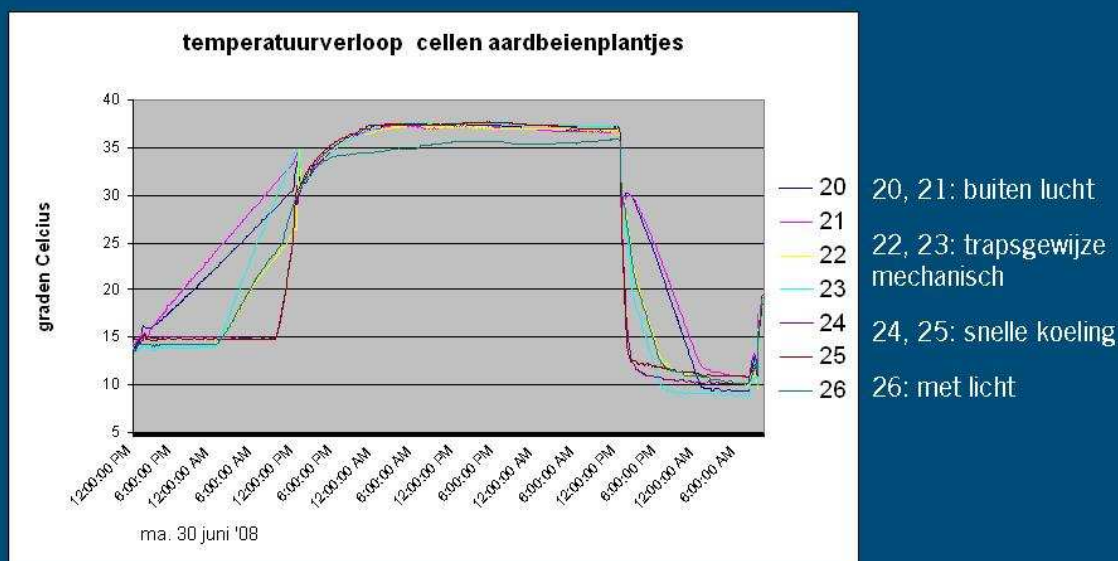
Foto 28. Vrnl behandeling A (onbehandeld), B, C en D. Zie legenda behandelingen in tabel 24.



Foto 29. Vrnl behandeling K, L, M (belichting) en N (ontbladerd). Exp. 4, fase IV, 23 juli '08.

In figuur 12 is het temperatuurverloop van de verschillende behandelingen weergegeven. Het verloop van de temperaturen voorafgaand aan de CA-behandeling en tijdens de verschillende afkoelstrategieën is duidelijk af te lezen.

# Temperatuur



**Figuur 12. Temperatuurverloop plantmateriaal direct voor en tijdens en na CA-warmtebehandeling in doorstroomcilinders AFSG Wageningen, 30 juni – 4 juli 2008.**

## 7.5 Oriënterend onderzoek

### Behandeling wachtbedplanten

Door NAKTuinbouw is in februari 2008 een partij wachtbedplanten aangeleverd met een lichte besmetting door aardbeimijt. Deze planten zijn tegelijkertijd met de verschillende plantherkomsten uit experiment 2 in februari behandeld. Na behandeling (CA- en MeBr-behandeling) zijn de planten direct en na 4 weken nabewaring bij -1 °C in de kas opgepot en op enkele tijdstippen beoordeeld. De afdoding van de aardbeimijt bleek ook in dit type plantmateriaal zeer effectief te zijn. Tevens zijn in de behandeling gekweekte bonespintmijten (*Tetranychus urticae*) toegevoegd. Deze bleken eveneens, zowel na CA- als na MeBr-behandeling, voor 100 % te worden afgedood. Het plantmateriaal is op 18 april en 16 mei beoordeeld op het aantal aanwezige bloemstengels. CA-behandeling gaf in de kas een vertraging van het in bloei komen van de planten en het rood worden van de eerste vrucht van circa 7 dagen in vergelijking met onbehandeld. Het aantal bloemstengels was in de kas bij CA-behandeling 10-15 % lager t.o.v. onbehandeld. Een MeBr-behandeling gaf geen effect op het aantal bloemstengels en het rood worden van de eerste vrucht werd met 3 dagen vertraagd t.o.v. onbehandeld. Na terugkoeling bij -1 °C zijn de CA-behandelde wachtbedplanten tevens op 23 april en 5 mei 2008 op het veld uitgeplant. De ontwikkeling van de planten is op 11 juni ter plaatse beoordeeld. In het CA-behandelde plantmateriaal werden geen met aardbeimijt besmette planten aangetroffen. Wel leek de ontwikkeling van dit plantmateriaal wat onregelmatiger te zijn met een beperkt effect op het aantal bloemstengels. In het onbehandelde plantmateriaal werden op het veld met aardbeimijt besmette planten aangetroffen.

### Behandeling tegen plant parasitaire aaltjes

Van de NAKTuinbouw zijn op 13 maart 2008 aardbeiplanten ontvangen die besmet waren met *P. penetrans*. Daarnaast was er klein aantal planten beschikbaar dat mogelijk besmet waren met *M. hapla*. Vervolgens zijn een aantal monsters tussen 18 en 20 maart 2008 behandeld volgens de CA-methode. Op 27 maart zijn behandelde en onbehandelde planten gespoeld om de grond te verwijderen en daarna droog gedekt. De



wortelstelsels zijn in zijn geheel gewogen zonder wortelstoel, daarna zijn de wortels in kleine stukjes geknipt en is een submonster gemaakt en gewogen voor de mistkast. De monsters zijn daar 6 weken geïncubeerd bij 20 graden C. Na afloop zijn de aantallen aaltjes geteld en zijn de aaltjessoorten gedetermineerd. De CA-behandeling heeft de besmetting van zowel *P. penetrans* als *M. hapla* sterk gereduceerd (bestrijdingseffect gebaseerd op gemiddelden: *P. penetrans*: 85 procent, *M. hapla*: 77 procent). De besmetting van *P. penetrans* en *M. hapla* is weliswaar niet teruggebracht naar nul (volledig sanering van de besmetting is niet bereikt), maar de bestrijdingspercentages zijn wel zodanig hoog dat de vraag gesteld worden of door een aanpassing van de behandeltemperatuur en/of van de behandelduur, de mate van bestrijding nog verder kan worden opgevoerd zodat volledige bestrijding wel mogelijk wordt. Bovendien kan het zijn dat de nog resterende *Pratylenchus* en *Meloidogyne* aaltjes weinig vitaal zijn en daardoor wellicht niet of nauwelijks meer infectieus, waardoor de kwaliteit van het uitgangsmateriaal nog verder is toegenomen dan uit deze voorlopige cijfers blijkt.

## 7.6 Resultaten veldproeven

Uit veldbezoeken en telefonisch contact met de plantenkwekers in juni/juli 2008 zijn de volgende resultaten te melden. In totaal zijn uit de opschalingproeven van februari 2008 circa 20 partijtjes op het veld uitgeplant (vergelijking van CA met MeBr en Onbehandeld). Verder zijn 4 uitgeplante partijen uit de maartproef met de verschillende afkoelregiems na CA-behandeling, op het veld bezichtigd. Het blijkt dat de veldproeven goed in lijn zijn met de kasproeven. In het algemeen geeft de CA-warmtebehandeling geen bijzondere problemen en zijn vrijwel alle plantenkwekers positief gestemd over dit alternatief. Proeven met verschillende afkoelregiems in maart leveren geen verdere bijzonderheden op. In enkele gevallen werd melding gemaakt van een minder snelle weggroei, wat later in bloei komen, soms met een bloemtros minder en wat sneller uitranken van de CA-behandeling. In juni was in twee gevallen sprake van een korte stilstand in groei van de CA-behandeling. In het algemeen blijven de planten in de verdere ontwikkeling niet achter, maar kunnen soms wel een wat compactere groei te zien geven. In 2 gevallen werd melding gemaakt van meer uitval door CA-behandeling. Dit betrof dan lichtere SE2 planten uit de kas. In één geval is de uitval geteld: Onbehandeld: 3-4 %; MeBr: 10 % en CA: 15 %. In Vredepeel kwam in 2007 bij lichtere SE2 planten ook meer uitval voor, uitval bij CA-behandeling was daar ongeveer gelijk aan MeBr. Ten aanzien van ziekten en plagen, in het bijzonder de ontwikkeling van meeldauw of spint werd tussen de behandelingen geen verschil gesignaleerd. Invriezen na CA-behandeling in februari en 4 tot 6 weken later uitplanten was geen enkel probleem.



Foto 30. Veldproef 3 rijen voorgrond:



Foto 31. Voorgrond in midden 2 rijen CA, L = 1 rij MeBr, 18 juni 2008. R = Onbehandeld, 18 juni 2008.

## 7.7 Conclusies en aanbevelingen fase IV

1. Uit de opschalingsexperimenten komt naar voren dat een CA-warmtebehandeling van grotere partijen plantmateriaal in technisch opzicht geen enkel probleem is. Partijen met een begintemperatuur van 10-15 °C worden in circa 3 uur na aanvang van de CA-warmtebehandeling op de juiste behandeltemperatuur van 35 °C gebracht. Uit onderzoek blijkt dat een dergelijke snelle opwarming geen nadelig effect heeft op het plantmateriaal. Voorafgaand aan de snelle opwarming dient het plantmateriaal langzaam te worden ontdooid.
2. De vochtstatus van de planten bij CA-behandeling luistert nauwer als bij een MeBr begassing. Het meeste vochtverlies vindt plaats in de fase van opwarming naar 35 °C. Vooral fijnere planten drogen relatief sneller uit tijdens CA-behandeling. Het is aan te bevelen de planten vooraf de CA-behandeling of reeds voor het rooien, te bevochtigen.
3. Het blijkt dat de aangelegde veldproeven goed in lijn zijn met de kasproeven. In het algemeen geeft de CA-warmtebehandeling na uitplanten op het veld geen bijzondere problemen en zijn vrijwel alle plantenkwekers positief gestemd over dit alternatief.
4. Voor wat betreft de afdoding van aardbeimijt is een CA-warmtebehandeling tenminste even effectief als de begassing met methylbromide. Het blijkt dat gekweekte bonespint eveneens wordt afgedood.
5. Met het oog op de goede resultaten van de CA-behandeling rijst de vraag of je ook niet eerder kunt behandelen: na het rooien in december en voor het invriezen. De planten zijn dan in diepe rust en fijnere planten krijgen relatief een wat minder harde dreun te verwerken. Bij voorkeur zou het mogelijk moeten zijn de planten liggend in de kistjes te behandelen, dit bespaart de nodige arbeid. Vanwege een gelijkmatige temperatuurverdeling is het verwijderen van de foliezak een noodzaak. Mogelijk dat in de toekomst ook een CA-behandeling op het eigen bedrijf kan worden uitgevoerd. Hiervoor is de ontwikkeling van een speciale CA-container vereist. Het is gebleken dat het weer invriezen na een CA-behandeling in februari en 4 tot 6 weken later uitplanten geen enkel probleem oplevert. Hierdoor is ook een gespreide behandeling mogelijk en kan bij gunstige veldomstandigheden worden uitgeplant;
6. Wachtbedplanten met een besmetting van aardbeimijt worden na een CA-behandeling goed ontsmet en leveren een aanvaardbare productie. Ook bonespint wordt effectief bestreden. Het aantal bloemstengels was in de kasproef 10-15 % lager en het rijp worden van de eerste vruchten wordt vertraagd. In hoeverre dit op het veld kan worden gecompenseerd moet uit vervolgonderzoek blijken. Duidelijk is dat een CA-warmtebehandeling ook voor wachtbedplanten perspectieven biedt.
7. De oriënterende proef om plant parasitaire aaltjes bij aardbeiplanten te bestrijden via de CA-warmtebehandeling, biedt positieve aanknopingspunten om verder onderzoek met uitgangsmateriaal van aardbei uit te voeren.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Toepassing van verhoogde druk en drukwisselingen

Ruvoma B.V. heeft in 2006 enkele oriënterende CA-proeven in combinatie met hoge druk tot 18 bar laten uitvoeren. Toepassing van deze methodiek bood perspectief voor vervolgonderzoek. Uit onderzoek van de Universiteit van Davis (Californië) komt naar voren dat vacuümbehandelingen in kortdurende cycli van verhoogde en lage druk, de mortaliteit van insecten kan verhogen. In een experiment, uitgevoerd in januari - februari 2007 kwam naar voren dat een te hoge druk vanaf 10 bar leidt tot een sterke groeiremming van de planten en uiteindelijk zelfs tot afsterving. Een lagere druk van 6 of 8 bar gaf minder groeiremming, echter de afdoding van de aardbeimijt was te beperkt. Het is mogelijk dat de negatieve plantreactie bij verhoogde druk vooral aan de hoge CO<sub>2</sub> concentratie is te wijten. De cycli van verhoogde en verlaagde druk beïnvloedde de plantkwaliteit nauwelijks. Er werd echter geen effect op afdoding van de mijten geconstateerd. Het toepassen van drukwisselingen kan wellicht worden verbeterd door de behandeltijd bij lage druk te verlengen. In een 2<sup>e</sup> experiment zijn enkele objecten herhaald en is ook gekeken naar de combinatie van druk en 100% N<sub>2</sub> (scheiden van druk en CO<sub>2</sub> effecten) en een lagere concentratie van CO<sub>2</sub>. Het toepassen van drukwisselingen is herhaald waarbij de behandeltijd bij lage druk is verlengd tot 25 minuten. Al deze behandelingen leidden echter niet tot nieuwe inzichten. Evenals in het eerste experiment werden er geen of zeer onvoldoende effecten op afdoding van de aardbeimijt waargenomen. Verder onderzoek naar het toepassen van druk en cycli van vacuüm behandelingen ter bestrijding van aardbeimijt is niet zinvol.

### 8.2 CA - behandeling

Verandering van de lichtsamenstelling ('Controlled Atmosphere' of CA-behandeling) en/of temperatuur kan op natuurlijke wijze aanwezig ongedierte in alle levensstadia doden. Uit enkele vervolgonderzoek ter verfijning van de CA-behandeling komt naar voren dat een behandeling van 48 uur bij 16% O<sub>2</sub> en een hoog CO<sub>2</sub> gehalte van 50% in combinatie met een hogere temperatuur van 35°C een goede methode is om aanwezige aardbeimijten effectief te doden. De bestrijding ligt bij deze behandeling rond de 99% en is iets lager dan de gewenste 99,8%. Een behandeling met een voldoende zuurstofvoorziening is noodzakelijk om plantschade te beperken. De hoge ademhalingsactiviteit van het plantmateriaal bij 35°C verbruikt bij een te laag ingestelde zuurstofconcentratie alle zuurstof waardoor fermentatie kan optreden. De vitaliteit van het plantmateriaal wordt dan snel nadelig beïnvloed. Bij suboptimale CA-condities kunnen verschillende herkomsten plantmateriaal een zeer verschillende plantreactie geven. Ook de bloei wordt beïnvloed. Met een voldoende hoge zuurstofconcentratie wordt achteruitgang van plantkwaliteit na behandeling voorkomen. In een veldproef is de beste CA-behandeling vergeleken met de standaard methylbromide behandeling. Hieruit kwam naar voren dat CA-behandeling voor wat betreft weggroei van de planten en beworteling even goed tot betrouwbaar beter was dan de met MeBr ontsmette planten. De effectiviteit van afdoding van aardbeimijt was even hoog en populatieopbouw deed zich niet voor.

### 8.3 Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen

Na screening van een achttal mogelijke inzetbare acariciden tegen aardbeimijt is gekozen voor de verdere ontwikkeling van de effectiviteit van toepassing van acaricide B. Duidelijk is dat het middel met enige kracht in het plantmateriaal moet worden gespoten in voldoende spuitvloeistof. De indringing van het middel moet zo optimaal mogelijk zijn, de mijten zitten diep verscholen in het hart van de planten. De planten dienen voor de behandeling ook rechtop te worden geplaatst. Voor behandeling is het gewenst dat het plantmateriaal wordt geconditioneerd bij circa 18 °C of zelfs hoger om enige uitloop van de hartblaadjes te bewerkstelligen. De techniek van de toepassing, spuitdruk en type spuitdop verdient nadere aandacht. Voor een toepassing onder praktijkomstandigheden is de ontwikkeling van een spuitcabine gewenst. Met financiering van het Fonds Kleine Toepassingen, wordt in samenwerking met de toelatingshouder getracht

een derdenuitbreiding te realiseren. Deze derdenuitbreiding is ook van belang voor het behandelen van wachtbedplanten met een besmetting door aardbeimijt.

## 8.4 Opschaling CA-behandeling naar een praktijktoepassing

Uiteindelijk moet een goed alternatief voor ontsmetting van plantmateriaal via toetsing op semi-praktijkschaal, op bedrijfsniveau worden geïmplementeerd. Het snel bereiken van de juiste en het handhaven van gelijkmatige condities in het plantmateriaal bij behandeling van grote partijen is een harde voorwaarde voor het slagen van deze behandelingsmethode in de praktijk. Met overgebleven plantmateriaal is in augustus 2007 een eerste opschalingsexperiment uitgevoerd bij Ruvoma B.V. te Montfoort. In 2008 is het onderzoek naar verdere opschaling van de CA-warmtebehandeling voortvarend aangepakt. Met enkele kleine technische aanpassingen zijn in vervolgonderzoek in fase IV, vanaf januari 2008 de laatste experimenten op semi-praktijkschaal uitgevoerd. Voorop stond dat alle herkomsten plantmateriaal zonder onaanvaardbaar verlies aan vitaliteit op een veilige manier kunnen worden behandeld. In totaal zijn bij Ruvoma BV te Montfoort met medewerking van een groot aantal plantenkwekers, in de periode januari-maart 2008 drie opschalingsexperimenten uitgevoerd met meer dan 20 partijen uitgangsmateriaal. Naast beoordeling op afdoding van de aardbeimijt in apart opgekweekt, besmet materiaal is de vitaliteit van het plantmateriaal na behandeling beoordeeld in de kas. Vervolgens zijn door de betreffende plantenkwekers, de verschillende partijen op het veld uitgeplant en beoordeeld. Uit alle waarnemingen en beoordelingen blijkt dat de ontwikkelde alternatieve behandelingsmethode voor methylbromide een evengoed resultaat geeft voor wat betreft afdoding van de aardbeimijt. Ten aanzien van de vitaliteit van het plantmateriaal na CA-behandeling geeft deze nieuwe behandelingsmethode voor het overgrote deel van de plantherkomsten een evengoed resultaat. Bij een enkele partij, vaak fijnere planten uit de kas kan soms wat meer uitval optreden, echter in alle gevallen bleek dit aanvaardbaar. Verdere optimalisering van de CA-warmtebehandeling, o.a. door een goede bevochtiging zal het resultaat nog kunnen verbeteren.

Een vraag die nog niet beantwoord is of de planten niet eerder (direct na het rooien en voor het invriezen) behandeld kunnen worden. De planten zijn dan volledig in rust en krijgen een relatief minder harde klap te verwerken. Ook rijst de vraag of de planten wel rechtop in de kist moeten staan tijdens de CA-behandeling. Een belangrijk nevenvoordeel van deze behandelingsmethode is dat ook wachtbedplanten met een besmetting van aardbeimijt kunnen worden behandeld en dat in het plantmateriaal aanwezige plant parasitaire nematoden worden gereduceerd.

## 9 Referenties

- Follett, P.A. and Neven, L.G. 2006. Current trends in quarantine entomology. *Annu. Rev. Entomol.* 51: p. 359-358.
- Fried, A. 2000. Erdbeermilde – Methode für Befallserhebungen und Bekämpfungsversuche (Strawberry mite – method to assess the number and field experiments). *Gesunde Pflanzen*, 52. Jahrg., Heft 6, p. 165-171.
- Held, D. W. et al. 2001. Modified Atmosphere Treatments as a Potential Disinfestation Technique for Arthropod Pests in Greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 94(2): p. 430-438.
- Lay-Yee, M. and D. C. Whiting. 1996. Response of 'Hayward' kiwifruit to high-temperature controlled atmosphere treatments for control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Postharvest Biology and Technology* 7: p. 73-81.
- Liu, Y.B. 2003. Effects of Vacuum and Controlled Atmosphere Treatments on Insect Mortality and Lettuce Quality. *J. Econ. Entomol.* 96(4): p. 1100-1107.
- Mitcham, E.J. 2003. Controlled Atmospheres for Insect and Mite Control in Perishable Commodities. *Proc. 8<sup>th</sup> Int. CA Conference*, Eds. J. Oosterhaven & H.W. Peppelenbos. *Acta Hort.* 600, p. 137-142.
- Mitcham, E.J. et al. 2003. Summary of CA for Arthropod Control on Fresh Horticultural Perishables. *Proc. 8<sup>th</sup> Int. CA Conference*, Eds. J. Oosterhaven & H.W. Peppelenbos. *Acta Hort.* 600, p. 741-745.





# Bijlage 1

Tabel 1a. **Plantbeoordeling en rhizoomdiameter (mm) per object en per herkomst plantmateriaal na oppotten in de kas op 15 februari en 11 maart na 4 weken nabewaring. Experiment 2, behandelingen uitgevoerd in de periode 12-14 februari 2008.**

			eerste oppotdatum: 15 feb.				tweede oppotdatum: 11 mrt.				
Herk	Obj.	Behandeling	26-feb		6-mrt		21-mrt		8-apr		rhizoom
			# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>	# blad	stand	# blad	stand	# blad	stand	diameter
1	A	Onbehandeld -1 °C	2,0	6,9	3,5	7,7	2,3	7,3	4,7	7,7	
	B	Onbehandeld 15°C	2,4	7,2	3,8	7,6	2,6	7,6	5,1	7,9	15,5
	C	Methylbromide	2,3	7,3	3,9	7,7	2,1	7,3	5,3	7,3	14,9
	D	CA	2,2	7,0	4,0	7,2	2,6	6,8	5,1	6,9	13,8
2	A	Onbehandeld -1 °C	1,6	6,3	2,9	6,8	2,7	7,0	4,2	7,2	
	B	Onbehandeld 15°C	1,7	6,3	2,7	6,5	1,9	6,8	3,7	6,8	11,9
	C	Methylbromide	1,6	6,5	2,8	6,8	1,8	5,9	3,5	6,3	12,0
	D	CA	1,9	6,5	3,1	6,5	1,9	5,9	3,8	6,4	11,6
3	A	Onbehandeld -1 °C	2,0	7,0	3,3	7,4	2,1	6,4	4,1	7,7	
	B	Onbehandeld 15°C	1,9	6,8	2,8	6,9	2,3	7,4	4,2	7,7	13,6
	C	Methylbromide	2,1	6,7	3,3	7,3	2,1	7,1	3,8	7,3	14,4
	D	CA	2,1	6,8	3,3	7,2	2,2	6,5	4,1	6,7	14,5
4	A	Onbehandeld -1 °C	2,1	7,0	2,9	7,4	1,8	5,7	4,1	7,3	
	B	Onbehandeld 15°C	2,1	7,3	3,1	7,3	2,3	7,0	4,7	7,5	14,4
	C	Methylbromide	2,1	6,9	3,3	7,4	2,2	6,8	3,9	6,4	14,3
	D	CA	2,1	7,3	3,2	7,2	1,7	5,9	4,1	6,5	15,7
5	A	Onbehandeld -1 °C	1,9	6,8	2,9	7,3	2,5	6,0	3,9	6,6	
	B	Onbehandeld 15°C	1,9	7,0	2,9	7,1	1,9	5,9	3,5	6,0	13,4
	C	Methylbromide	2,0	7,0	2,9	7,3	1,8	5,7	3,9	6,4	12,4
	D	CA	1,6	6,8	2,5	6,4	2,1	6,3	4,7	6,3	13,7
	E	CA + ledbelichting	1,9	6,5	2,7	6,5	2,4	5,8	3,5	5,7	
6	A	Onbehandeld -1 °C	2,3	7,1	3,7	7,6	2,0	5,0	4,7	7,8	
	B	Onbehandeld 15°C	2,5	8,0	3,9	7,9	2,4	7,7	5,1	8,2	15,7
	C	Methylbromide	2,6	7,4	3,3	7,7	2,3	7,8	4,8	7,6	14,5
	D	CA	2,7	7,2	4,8	7,8	2,3	7,4	5,6	7,4	14,5
	E	CA + ledbelichting	2,4	7,5	3,9	7,5	2,9	7,3	5,2	6,8	
7	A	Onbehandeld -1 °C	2,1	7,0	3,5	7,7	3,1	6,1	4,2	7,5	
	B	Onbehandeld 15°C	2,1	7,1	3,5	7,6	2,1	6,8	4,7	7,3	16,0
	C	Methylbromide	2,0	7,0	3,1	7,6	2,4	7,2	4,3	7,3	14,0
	D	CA	1,9	7,0	3	7,0	2,5	6,0	4,4	6,6	15,5
8	A	Onbehandeld -1 °C	2,0	6,8	3,5	7,3	2,3	7,0	4,4	7,3	
	B	Onbehandeld 15°C	2,0	6,9	3	7,2	1,9	7,0	4,1	7,6	13,1
	C	Methylbromide	2,3	6,8	3,8	7,5	2,3	7,6	4,2	7,7	13,5
	D	CA	2,3	6,8	3,5	7,3	2,4	5,9	4,3	6,3	13,2
	E	CA + ledbelichting	1,7	6,0	2,3	6,4	1,7	5,1	2,7	5,1	
9	A	Onbehandeld -1 °C	1,5	7,0	2,7	7,3	2,0	7,1	4,1	7,5	
	B	Onbehandeld 15°C	1,5	6,9	2,7	7,3	2,0	7,2	3,9	7,3	14,7
	C	Methylbromide	1,9	7,2	2,9	7,6	1,4	6,2	4,3	7,1	15,9
	D	CA	2,1	7,3	3,2	7,2	2,3	7,2	4,8	7,2	16,2
	E	CA + ledbelichting	2,0	7,2	3,3	7,1	2,3	7,1	5,3	7,1	
LSD			0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	

<sup>1)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

<sup>2)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

Tabel 1b. **Plantbeoordeling en rhizoomdiameter (mm) per object per herkomst plantmateriaal na oppotten in de kas op 15 februari en 11 maart na 4 weken nabewaring. Experiment 2, behandelingen uitgevoerd in de periode 12-14 februari 2008.**

			eerste oppotdatum: 15 feb.				tweede oppotdatum: 11 mrt.				
			26-feb		6-mrt		21-mrt		8-apr		rhizoom
Herk	Obj.	Behandeling	# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>	# blad	stand	# blad	stand	# blad	stand	diameter
10	A	Onbehandeld -1 °C	1,9	7,1	2,7	7,2	1,9	7,2	4,0	6,7	
	B	Onbehandeld 15°C	1,9	7,0	3,1	7,5	2	7,8	4,3	7,8	12,5
	C	Methylbromide	2,0	7,0	3,6	7,8	2,1	7,5	3,7	7,7	13,3
	D	CA	2,2	7,2	2,8	6,9	2,3	6,9	4,6	7,2	12,5
11	A	Onbehandeld -1 °C	1,7	6,9	2,7	6,8	1,9	6,8	4,3	7,2	
	B	Onbehandeld 15°C	1,9	7,0	3,6	7,3	1,9	6,7	3,7	6,8	11,8
	C	Methylbromide	1,6	6,8	2,3	6,9	1,7	5,9	3,7	6,2	11,5
	D	CA	1,9	6,6	2,8	6,8	1,8	5,3	3,6	6,6	12,6
12	A	Onbehandeld -1 °C	1,9	6,5	2,8	6,6	2,0	7,2	4,3	7,7	
	B	Onbehandeld 15°C	2,1	6,9	3,5	7,3	2,1	6,7	3,9	7,2	11,6
	C	Methylbromide	1,9	7,0	3,1	7,3	2,1	6,4	4,1	7,1	11,5
	D	CA	2,1	6,6	3,7	7,5	2	5,8	4,0	5,6	12,6
	E	CA + ledbelichting	2,1	6,8	3,1	7,0	2,2	5,3	3,9	6,3	
13	A	Onbehandeld -1 °C	1,7	6,6	3,0	6,7	1,9	6,3	3,9	7,3	
	B	Onbehandeld 15°C	1,9	6,8	2,9	7,4	1,9	6,5	4,2	7,3	10,1
	C	Methylbromide	1,9	6,7	3,1	7,2	2,1	6,8	4,3	7,6	11,8
	D	CA	1,9	6,8	3	6,8	2,2	5,6	4,1	5,8	11,6
15	A	Onbehandeld -1 °C	1,5	6,3	2,8	6,3	1,8	6,7	3,7	7,1	11,3
	B	Onbehandeld 15°C	1,7	6,5	2,6	6,8	1,6	5,0	3,3	5,6	12,3
	C	Methylbromide	1,9	5,9	2,6	6,3	2,1	7,1	3,9	6,8	13,1
16	A	Onbehandeld -1 °C	2,7	7,7	4,1	7,7	2,8	8,0	5,5	7,8	16,2
	B	Onbehandeld 15°C	2,2	7,2	3,9	7,5	2,5	7,6	5,5	7,8	15,2
	C	Methylbromide	2,0	7,0	3,1	7,2	2,7	6,3	4,9	6,0	14,7
LSD			0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	

<sup>1)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

<sup>2)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)

Tabel 2. **Plantbeoordeling per object per herkomst plantmateriaal na oppotten in de kas op 21 maart en 22 april na 4 weken nabewaring. Experiment 3, behandelingen uitgevoerd in de periode 18-20 maart 2008.**

Herkomst	Obj.	Behandeling	1e oppot: beoord. op 7 april		2e oppot: beoord. op 23 mei	
			# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>	# blad <sup>1)</sup>	stand <sup>2)</sup>
1	A	Onbehandeld, 10-15°C	3,4	7,2	5,5	7,5
	B	CA buitenlucht	3,8	6,5	5,3	6,7
	C	CA vacuüm	3,9	6,7	4,8	6,0
	D	CA mechanisch	3,5	6,3	5,3	6,7
2.1	A	Onbehandeld, 10-15°C	2,5	7,5	5,0	7,5
	B	CA buitenlucht	3,3	7,7	5,5	7,7
	C	CA vacuüm	3,4	7,4	5,3	6,8
	D	CA mechanisch	3,2	7,4	5,9	7,5
2.2	A	Onbehandeld, 10-15°C	3,0	7,2	4,6	7,5
	B	CA buitenlucht	3,4	7,0	5,8	7,3
	C	CA vacuüm	3,3	7,3	5,4	7,5
	D	CA mechanisch	3,4	6,8	5,2	7,0
3	A	Onbehandeld, 10-15°C	3,8	8,0	4,9	7,5
	B	CA buitenlucht	3,3	6,8	4,8	6,7
	C	CA vacuüm	4,4	7,2	4,2	6,5
	D	CA mechanisch	3,2	6,7	4,8	7,0
4	A	Onbehandeld, 10-15°C	3,3	7,0	6,1	7,7
	C	CA vacuüm	3,3	7,0	6,3	7,0
5	A	Onbehandeld, 10-15°C	2,8	7,3	5,0	7,7
	C	CA vacuüm	2,9	6,8	5,2	7,2
<i>LSD</i>			<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,9</i>	<i>0,8</i>

<sup>1)</sup> aantal nieuw gevormde bladeren

<sup>2)</sup> standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10)